

Author

KRAUS

Class Mark

S/QK 90

Book No.

8505



UNIVERSITY
OF NOTTINGHAM
LIBRARY

Science Library

UNIVERSITY OF NOTTINGHAM
WITHDRAWN
FROM THE LIBRARY

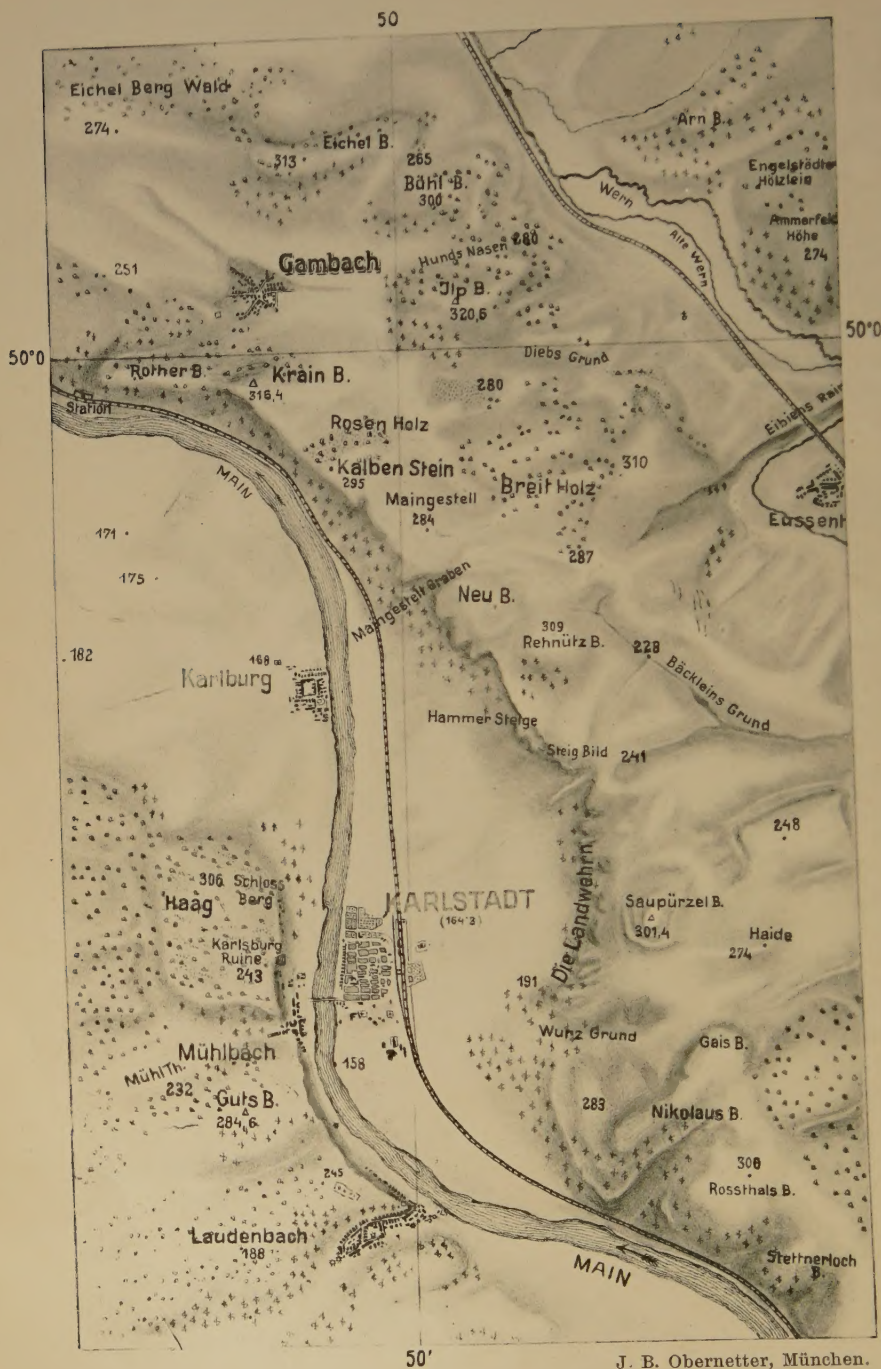
UNIVERSITY OF NOTTINGHAM

61 0107680 X

WITHDRAWN

FROM THE LIBRARY

Students and External Readers	Staff & Research Students
DATE DUE FOR RETURN	DATE OF ISSUE
<p>3.4.61</p> <p>3.11.72</p>	
<p>Any book which you borrow remains your responsibility until the loan slips are cancelled</p>	



BODEN UND KLIMA AUF KLEINSTEM RAUM

VERSUCH
EINER EXAKTEN BEHANDLUNG DES
STANDORTS AUF DEM WELLENKALK

VON

DR. GREGOR KRAUS
PROFESSOR DER BOTANIK

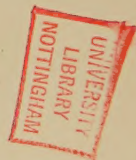
MIT EINER KARTE, 7 TAFELN UND 5 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1911

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

C



Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	I
Charakter der Wellenkalklandschaft im Maintal: Plateau, Felsmauern, Schotterlehne, Schutthalden	I
Schilderung der Pflanzenwelt in der Literatur	3
Ihrem Wesen nach sind die Pflanzen chemisch genommen „Kalk- pflanzen“, physikalisch „Xerophyten“	5
Die chemische Untersuchung der Pflanzen als Kalkpflanzen: die eingehende prozentische Bestimmung des Kalziumkarbonats im Boden hat für das Verständnis ihres Standorts keine Anhalts- punkte gegeben; die physikalische Bodenuntersuchung dagegen zu einer klaren Einsicht in wirkende Hauptkräfte am Standort und ihren ursächlichen Zusammenhang geführt, die wohl über das Gebiet hinaus allgemeine Gültigkeit haben dürfte. Über- sicht der Hauptsätze	6
I. Das Karbonat des Wellenkalkbodens	9
I. Das Muttergestein	11
Methode der Karbonat-(„Kalk“-)Bestimmung	12
1. Der Buntsandstein am Roten Berg: Der Voltziensandstein ist kalkfrei, die Chirotherienbank ansehnlich, der Röt stellenweise kalk- haltig	13
2. Der Wellenkalk in seinen verschiedenen Schichten, wie er sich beim Gang über die Höhe bietet	16
Analysen desselben (50—90%)	18
Was „Kalkpflanze“ bei Liebig, in der Pflanzengeographie und in der Bodenkunde heißt	19
3. Unser Löß: er ist kalkarm, oft kalkfrei geworden, wird kalkhaltiger durch Mischung mit der Wellenkalkunterlage	20
Zur Geschichte der Kenntnis unseres Löß	23
II. Der Boden	23
1. Der Wildboden und sein Karbonat. Der Gehalt bedeutend geringer als beim Gestein (21—57 %)	25
Karbonat von Wild- und Kulturboden verglichen. Meine Kultur- bodenanalysen	26
Analysen des Wildbodens	28

2. Etwas vom Verwitterungsprozeß des Gesteins: er ist physikalisch Zerfall, chemisch genommen Auslaugung des Karbonats. Beweisende Analysen aus dem Gebiet	29
Es entstehen auf diese Weise Böden des verschiedensten Kalkgehaltes	32
3. Mischung der Böden bringt weitere Vermannigfaltigung des Kalkgehaltes, analytische Belege vom Gebiet	33
4. So entsteht auch Verschiedenheit auf kleinstem Raum	36
5. Karbonatgehalt mit der Bodentiefe wechselnd	36
6. Analysen der Wurzelböden von 13 Charakterpflanzen	39
Resultate dieser Analysen	41
Tabellen. — Zusammenfassende Übersicht. Gräser, Stauden im einzelnen	42
7. Heterotopie	49
Die Buntsandsteinflora des Roten Berges im unmittelbaren Gegensatz zur Kalkflora des Krainbergs; gemeinschaftliche Pflanzen	50
Drei Stellen am Roten Berg mit Kalkflora aus dem regelmäßigen Kalkgehalt des Bodens daselbst begreiflich	53
Eigentümlichkeiten der heterotropischen Kalkpflanzen	55
Beispiele zufälliger Kalkquellen	56
Echte Kalkpflanzen; Pulsatilla, Hippocrepis auf absolut kalkfreiem Boden	57
Die Kalkscheu der Kieselpflanzen erscheint relativ: Teucrium Scorodonia, Pteris, Sarothamnus	58
Zusammenfassung der Erfahrungen über Kalk- und Kieselpflanzen	60
Das Vorkommen der Pulsatilla auf Boden von extremstem Kalkgehalt (0 und 50 %) begreift sich ohne weiteres aus der völligen Gleichheit der maßgebenden physikalischen Verhältnisse der betreffenden Böden	62
Sondereigenschaften und Lebendigkeit des Kalkbodens nach meinen Erfahrungen	64
Karbonatanalysen bei sog. Heterotopen	65

II. Bodenphysikalisches und Klimatisches 69

I. Bodenbau (Morphologie des Bodens) 69

1. Bodenprofil 71

Auch im Wildboden muß Obergrund (Krume) und Untergrund unterschieden werden. Charakteristisch auf dem Wellenkalk ist die überaus geringe Mächtigkeit der Krume 72

und die große Durchlässigkeit des Untergrundes 73

5 Profile vom Plateau des Maingestells 74

2. Körnung (Körnigkeit) des Bodens. Methode: Ich unterscheide Skelett und Feinerde mit dem 0,5 mm-Sieb 77

a) Skelett und Feinerde von 5 Hauptböden 78

b) Skelett und Feinerde von 10 Charakterpflanzen 79

 Resultate: Es gibt Extreme 81

c) Skelett, Feinerde und Wassergehalt 81

d) Korngrößen einiger Böden 82

II. Wassergehalt des Bodens.

Methode: Ich bestimme natürlichen Wassergehalt gegen lufttrockne Erde	84
Wassergehalt und Skelett umgekehrt proportional	86
1. Wassergehalt der Hauptböden (Resultate S. 88)	87
2. Unterschied an nassen und trockenen Tagen	89
3. a) Unterschied des Wassergehaltes an verschiedenen Stellen des Gebietes an einem Tage	91
b) Verschiedenheit auf kleinem Raum	92
c) Bei Xero- und Mesophyten	93
4. Wassergehalt auf N- und S-Hang	94
5. } Wassergehalt auf nacktem und bedecktem Boden	95
6. }	
7. In verschiedener Bodentiefe	96
8. Einiges über volle Wasserkapazität	97
a) } Volle Wasserkapazität unserer Böden	98
b) }	
c) Volle Wasserkapazität und natürlicher höchster Wassergehalt verglichen	101
Letzterer erreicht die erste nicht	102

III. Temperatur 102

Allgemeine Sätze der Bodenkunde, die und deren Verkettung in der Standortslehre zur Geltung gebracht werden müssen: die Bodentemperatur ist unabhängig von der Lufttemperatur; ihr Maß ist in erster Linie vom Wassergehalt des Bodens, und dieser von dem Bodenbau abhängig. Höhere Temperatur des Bodens und der unteren Luftschichten, Erwärmung der Pflanzenglieder 103

Die Geltung dieser Sätze für unser Gebiet findet sich in den nachfolgenden Beobachtungen erwiesen:

1. Boden und Lufttemperaturen während des Jahres vom Januar bis Oktober	106
Höchste Temperaturen im Wild- und Kulturboden	109
2. Bedeutung der Exposition	110
Maßgebend ist Südwest, Verschiedenheit der Vegetation und Temperatur daselbst	110
Nord- und Südneigung	114
Temperatur in verschiedener Tiefe	116
3. Andere Faktoren der Bodenerwärmung	119
Nasser und trockner Boden	120
Boden in Sonne und Schatten	123
Geschlossener und offener Boden	126
Plateau und Hang (Resultat S. 131)	129
4. Täglicher Gang von Luft- und Bodentemperatur während der Vegetationszeit 1908	131
Desgl. 1909, April bis August	135
5. Die allgemeine Lufttemperatur und die Temperatur über dem Boden	142
6. Temperatur der Luft zwischen den Pflanzengliedern	144

VI

	Seite
Anhang. Quellentemperaturen vom Roten Berg	157
Desgl. unter dem Kalbenstein	159
Ein Blütenkalender vom Wellenkalk 1901—1907	161
Anmerkungen dazu	166
V. Hygrometrisches.	
Beispiele für den Satz, daß die Luftfeuchtigkeit bei Tag über dem Boden höher ist	172
Zwischen den Gliedern der Pflanze höher als die allgemeine Luftfeuchtigkeit	174
Für die Dauer der höheren Luftfeuchtigkeit ist die Struktur des Skeletts von Bedeutung (Unterschied zwischen Buntsandstein und Wellenkalk)	174
V. Anemometrie.	
Bedeutung derselben für die Differenzierung von Standorten	175
Allgemeine Windregeln auf dem Gebiet	175
Bedeutung der Vertikalregel	177
Einfluß auf die Bodentemperatur des Standorts	179
<hr style="width: 10%; margin: 20px auto;"/>	
Literatur	181
Tafelerklärungen	183
<hr style="width: 10%; margin: 20px auto;"/>	

Einleitung.

Wer vom Spessart her mainaufwärts wandert, kommt bei der kleinen Eisenbahnstation Gambach in eine ganz neue Welt.

Plötzlich treten hier die grünen Wälder und der rote feuchte Boden, die bisher das Flußtal umgaben, zurück, und sonnighelles, trockenes Land erscheint: hier ist die Pforte des Frankenlandes.

Rechts weichen die Höhen mit dem Mausberg vom Fluß und machen ebenem Getreideland Platz, links aber erscheint ein mächtiger, hellgrauer öder Rücken, der Kalbenstein, unter dessen Gipfel (den Krainberg) der Spessart noch eine rote, schon weinbepflanzte Sandsteinsohle, über das Gambacher Tälchen hinweg, untergelegt hat.

Geradeaus, vor uns, schieben sich rechts und links Tafelberge, mit ein oder zwei Stufen ins Tal fallend wie Vorgebirge gegen den Main und bilden eine eigenartige Kulissenlandschaft, die weit vorn am Hexenbruch durch den Marienberg geschlossen wird.

Bedingt wird dieser besondere Landschaftscharakter, der jenseits Würzburgs in dieser Weise nicht wiederkehrt, durch das Auftreten und Herrschen des Wellenkalks, der untersten Abteilung der Muschelkalkformation.

Von seinen verschiedenen Gliedern sind bekanntlich die Schaumkalkbänke die festesten und wirkungsvollsten. Sie liefern die starken Linien in der Landschaft und bilden gewissermaßen das Skelett derselben. Sie machen die großen tafelförmigen Abschlüsse auf den Höhen, des Kalbensteins, des Volkenbergs bei Erlabrunn und des Neuenbergs bei Thüngersheim — die Plateaus. Ihre verwitterten Profile sind es, welche die senkrechten Mauern, die malerischen Türme und Basteien liefern, die am Kalbenstein hoch über den Weinbergen drohend in die Tiefe schauen, am Roßtalberg aber, wie zwischen Thüngersheim und Retzbach unmittelbar an die Straße und den Fluß herantreten.

Das mächtigste Glied der Wellenkalkabteilung, die bekannten wulstigen, leicht in Scherben zerfallenden, oft pseudokonglomeratischen Schichten (ca. 75 m), der Wellenkalk im engsten Sinne, treten in der Landschaft keineswegs dementsprechend hervor. Zwar bilden sie unterhalb der Schaumkalkbänke an den oben genannten Orten mehr oder weniger steile Fels- und Schotterlehnen, meist aber werden gerade diese Partien durch die ungeheuren Massen von Gehängeschutt überdeckt, der aus der eigentlichen Muschelkalkregion, wo sie erhalten ist, herabgekommen die gerundeten Kegel (besonders schön am Ravensberg und bei Retzbach) erzeugt, die ich früher als „Sesleriahalden“ beschrieben habe.

Wie sich in den Augen des Geologen unser Wellenkalkgebiet ausnimmt, hat Sandberger sehr anschaulich in wenig Worten gesagt:

„Bei Karlstadt (eigentlich bei Gambach) lehnen sich zuerst an den vom Spessart her bis dahin ununterbrochen im Maintale fortziehenden Buntsandstein die Schichten der Wellen- und Muschelkalkgruppe an. Sie bilden zwischen diesem Orte und Retzbach eine ziemlich breite Mulde, deren Ostflügel gegen Thüngersheim wieder ansteigt. Bei Thüngersheim selbst, wie auch an dem gegenüberliegenden Erlabrunner Berge erheben sie sich zu einem flachen Sattel, an dessen tiefsten Stellen der Buntsandstein bis halbwegs Veitshöchheim wieder an die Oberfläche tritt. Gegen Veitshöchheim bilden die unter steileren Winkeln einschließenden Schichten eine zweite Mulde, erheben sich aber dann am Steine, in der Stadt Würzburg und am Marienberge von neuem zu einem Sattel, aber nicht mehr so stark, daß auch hier der Buntsandstein wieder hervortritt. Vielmehr kommen an den tiefsten Punkten nur noch die unteren Bänke des Wellenkalkes zutage. Die Stadt liegt mit Ausnahme der höchsten Teile, Schloß und Gärten, am Glacis zwischen dem Friedhof und Rennweger Tore, welche von der Anhydritgruppe gebildet werden, auf dem schwach östlich fallenden Wellenkalke, der bei verschiedenen Veranlassungen in der Semmelgasse, Wöllergasse, Spitalpromenade und dem neuen Bahnhofs sehr deutlich entblößt wurde.“ (Würzburger Naturwissensch. Zeitschrift Bd. V, S. 202.)

Im großen kann man diese Landschaft sehr schön von meinem Besitztum am roten Berge (über den Steinbrüchen) überblicken.

Weiter südlich über die Stadt hinauf beherrscht nicht mehr der Wellen- sondern der eigentliche Muschelkalk die Landschaft.

Wohl aber kommen sonst in Franken an verschiedenen Stellen noch echte Wellenkalkpartien zur Geltung. Bekannte Punkte sind der Kalmut zwischen Schloß Triefenstein und Wertheim, wie die Homburg im nahen Werntal. Diese sind mir wohl bekannt. — In größerer Entfernung liegen die Wellenkalkvorkommnisse von Hammelburg, Kissingen, Münnerstadt usw. Diese Punkte sind in meinen Studien nicht einbegriffen. An Mannigfaltigkeit der Bodenverhältnisse reichen sie auch an unser engeres Gebiet nicht heran.

Das ganze etwa 25 km lange hier in Frage kommende echte Wellenkalkgebiet ist in seinem südlichen Teil durch Überlagerung von Muschelkalk viel in seinem Zusammenhange gestört, nur einzelne, allerdings recht interessante und prägnante Partien treten inselartig in größerer Nähe der Stadt auf: Der Ravensberg bei Veitshöchheim, der Talberg bei Thüngersheim, die Gegend vor Retzbach und vor Karlstadt, linksseitig ganz besonders der Volkenberg bei Erlabrunn.

Weitaus die ausgedehnteste Partie, und zugleich die interessanteste Partie liegt am Rande des Spessarts, von dem Dorfe Gambach beginnend bis zum Nikolausberg bei Karlstadt, das ist mein Arbeitsgebiet im engeren Sinn und seine Teile sind auf dem beigegebenen Kärtchen zu sehen. —

Wer unser engeres Arbeitsgebiet, hier im Norden von Würzburg, nur als malerisches Bild vom Maintal aus mit den Augen verfolgt, könnte leicht die Ausdehnung ursprünglicher Vegetation, die sich hier noch der Forschung bietet, in ihrem Umfang überschätzen. Aber in diesem von der Natur so freundlich behandelten Strich Land ist längst alles, was zur Kultur sich eignet, von dieser übernommen. Die rechtsseitigen Halden mit ihrer Südwestexposition sind der geborne Boden für den fränkischen Weinbau und nur da, wo sie zu steil sind, noch ursprüngliche Vegetation vorhanden. Wo auf dem Plateau die Lößschichte hinreichend stark ist, hat Getreidebau von der Fläche Besitz genommen und wo das Gestein der Hochfläche die überall versuchte forstliche Besiedelung unmöglich macht, bleibt der Schaumkalk ein gesuchtes Bruchmaterial und ist auch hierdurch die ursprüngliche Pflanzendecke endgültig gestört worden.

Die schöne Pflanzenwelt, die auf diesem heißen trockenen Kalkstein noch wächst, gehört ökologisch, wie ich schon früher hervorhob (Anemom., S. 3) im allgemeinen zur „Felsflur“ Warmings, in Deutschland wird sie als „Steintrift der Kalkberge“, „trockene Hügelformation“ klassifiziert (Drude) oder „Fels- und Geröllflur“.

Die Flora ist namentlich in Drudes „Hercynia“, S. 184 ff. verzeichnet. Die Formationen habe ich nach und nach in verschiedenen Arbeiten behandelt.

Meine Veröffentlichungen über die Vegetation des Wellenkalks stehen in den „Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg“, von Bd. XXXVII—XL, unter dem Titel: „Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens“, I—X. Daraus auch separat erschienen.

Im Speziellen gehören hierher:

1. Anemometrisches vom Krainberg bei Gambach. 1904. 40 S. mit 4 Tafeln. (IV.)
Einführung des Anemometers in die Standortslehre.
— Windregeln auf meinem Gebiete,
2. Über den Nanismus unserer Wellenkalkpflanzen. 1906. 32 S. mit 1 Tafel und Textbildern. (VI.)
3. Die Sesleria-Halde. 1906. 23 S. mit 2 Tafeln. (VIII.)
4. Erfahrungen über Boden und Klima auf dem Wellenkalk. 1908. 16 S. (IX.)
5. Die Fels- und Geröllehe. — Die Wellenkalkwälder — *Lactuca quercina* L. 1910. 21 S. mit 3 Bildern. (X.)

Durch meine Schüler habe ich verschiedene Einzelheiten bearbeiten lassen:

1. Bott, Fridolin, Über den Bau der Schlehrüppel. 28 S. — Aus der Pflanzenwelt Unterfrankens. (II.)
2. Lippold, Erich, Anpassung der Zwergpflanzen des Würzburger Wellenkalks nach Blattgröße und Spaltöffnungen. 47 S. Ebenda III.
3. Kanngießner, Fr., Über Alter und Dickenwachstum von Würzburger Wellenkalkpflanzen. Mit 5 Kurvenzeichnungen. 27 S. Ebenda V.

Als Würzburger Dissertationen sind erschienen:

1. Süssenguth, Armin, Über die Behaarungsverhältnisse der Würzburger Muschelkalkpflanzen. 1904. 51 S. 8°.
2. Stier, Alfons, Zur Kenntnis der Verteilung der Spaltöffnungen bei Würzburger Muschelkalkpflanzen. 1904. 91 S. 8°.

Als ich vor mehr als 11 Jahren daran ging über den Rahmen der bisher üblichen biologischen Bearbeitungsweise Einsicht in das

im Vorstehenden skizzierte Gebiet zu suchen, mußte ich mir sagen, daß ich ein überaus charakteristisches und prägnant ausgestattetes Forschungsfeld vor mir habe: es ist nächst verwandt mit dem bekannten klassischen Tummelplatz im Kampf der chemischen und physikalischen Bodentheorie, dem Jura.

Chemisch genommen, besteht meine Vegetation aus Kalkpflanzen vom reinsten Wasser, und physikalisch herrscht der ausgesprochenste Xerophytismus.

Und wer hätte da nicht den Kalk für das Verlockendere und Versprechendere gehalten und den Detailangriff mit den chemischen Verhältnissen begonnen? Und so begannen meine ersten Versuche damit, die Prozente des Kalziumkarbonats bei den einzelnen Pflanzen zu bestimmen.

Die Arbeit unter den Händen, merkte ich, daß ich hier allein stund, und daß, um etwas Festes zu leisten, ganz ab ovo anfangen und überall zunächst der erste Grund gelegt werden müsse. Von der ersten Angriffstelle rückwärts immer nach festerem Grund suchend, entstand, was im I. Teil zusammengestellt ist. Um ein wirkliches Verständnis für das Karbonat der einzelnen Pflanzen zu bekommen, habe ich das Muttergestein des Bodens analysiert, von dem Wesen des Verwitterungsprozesses mir eine Vorstellung gemacht, sowie von der Entstehung der unendlichen Mannigfaltigkeit des Wildbodens durch das Fortschreiten der Verwitterung, besonders aber durch die mischende und entmischende Tätigkeit der meteorischen Wasser.

Aber es dauerte nicht lange, da erkannte ich die gänzliche Unfruchtbarkeit der Leistungen einer rein chemischen Betrachtungsweise, bzw. der bloßen Karbonatbestimmungen. Zwingend wiesen alle Erfahrungen darauf hin, daß Einsicht nur von einer genaueren Untersuchung der physikalischen Bodenverhältnisse zu erlangen sein könne, und damit kam ich auf eine Arbeitsweise, die noch viel weniger als die erste bisher je in der Pflanzengeographie versucht worden ist.

Hand in Hand mit den Karbonatbestimmungen begann die Untersuchung der Morphologie des Bodens, des Bodenbaues, der Bodenstruktur. Natürlich konnten bei einer so ausgedehnten Aufgabe nur Hauptpunkte herausgegriffen werden und als solche gelten mir das Bodenprofil, ganz besonders aber die Körnung des Bodens. Wie bei den Kalkbestimmungen fand ich bei der Untersuchung der Bodenstruktur in der Natur eine unendliche Mannigfaltigkeit, unzählbaren Wechsel von Skelett- und Feinerdeverhältnis.

Das Endresultat meiner Bemühungen um den Wellenkalkboden war, daß der Natur-(Wild-)boden im Gegensatz zum Kulturboden nirgends gleichartig, sondern, wie man sich am einfachsten vorstellt, aus einem über jede Erwartung mannigfaltigen Mosaik chemisch und physikalisch verschiedenster Bodenflecke besteht.

Es sind auf kleinstem Raum in der Natur eine unendliche Mannigfaltigkeit chemisch und physikalisch verschieden gebauter „Standorte“ gegeben.

Diese Vorstellung von der Zusammensetzung des Naturbodens aus einer Menge kontrastierender Bodenflecke ist von grundlegender Bedeutung; denn sie gibt unerwartet den Schlüssel zum Verständnis des Standortes, — und in einfachster Weise. In einer Kette von Ursachen und Wirkungen erzeugt jeder solcher gesonderter kleiner Bodenfleck sein eigenes Klima. Die Natur schlägt auf kleinstem Raum den gleichen Weg ein, den sie im großen bei der Herstellung des „physischen oder realen Klimas“ aus dem „solaren“ eingeschlagen hat. (Hann I, Bd. 1, S. 127.)

Jedes Bodenstückchen hat nämlich eine ausgesprochene Selbstständigkeit und eine garantierte Sondertätigkeit seinen Nachbarn gegenüber. Aber nicht die chemische, sondern, was ja eigentlich selbsteinleuchtend sein sollte, die physikalische Beschaffenheit, insbesondere das, was man den Bau des Bodens nennt, seine Morphologie, seine Struktur haben ausschlaggebende Bedeutung, haben die Fähigkeit, aus den allgemeinen Verhältnissen von Boden und Klima eines Ortes die speziellen des Standortes zu erzeugen, herauszudifferenzieren. Mit anderen Worten, die Beschaffenheit des Standortes ist der Hauptsache nach eine Funktion seiner Bodenstruktur.

Alle meine Untersuchungen im Freien, wie im Laboratorium haben in hundertfacher Wiederholung immer wieder den Satz ergeben, daß die Wasserkapazität und damit der natürliche Wassergehalt, die Feuchtigkeit des Naturbodens in erster Linie mit der Struktur desselben zusammenhängt, von ihr abgemessen und bestimmt wird und fürs zweite, daß die Größe des Wassergehaltes ganz besonders maßgebend ist für die Menge der Wärme, die in den Boden eingestrahlt werden kann, sie bestimmt vorzüglich das Maß der Bodenwärme. Das sind ja bekanntlich auch Fundamentalsätze der Bodenkunde. In der Pflanzengeographie hat man aber davon bisher keinen Gebrauch gemacht.

Läßt sich also zahlenmäßig beweisen, daß zwei Eigenschaften des Bodens, welche die Pflanzengeographen einmütig als die wich-

tigsten Faktoren des Standorts ansehen, Bodenfeuchtigkeit und Bodenwärme auf kleinstem Raume Funktionen seines Baues sind, so haben andererseits meine Temperaturbeobachtungen der Standortsluft gezeigt, daß diese im engsten Zusammenhang mit der Bodentemperatur steht. Die Lufttemperatur, welche in nächster Nähe über dem Boden herrscht, in einer Höhe, in welcher Kraut- und Staudenpflanzen — sagen wir Chamaephyten — wachsen, stammt gar nicht, wie die allgemeine Lufttemperatur direkt von der Sonne; sie kommt in zweiter Hand daher und ist eigentlich eine Rückgabe von Wärme aus der Bodenoberfläche. Der Boden ist in diesem Falle die eigentliche Wärmequelle und die Bodenstruktur wird auf diese Weise ein hochwichtiger Differenziator der Luftwärme am Stand, ja des Standortsklimas überhaupt.

Im engen Zusammenhang damit steht auch der sehr merkwürdige Satz, daß die Lufttemperatur, welche die Pflanze genießt, ihre Wärmehülle, wenn ich mich so ausdrücken darf, gar keine einheitliche ist. Die heißeste Temperatur am Standort herrscht an der Stelle, wo die Pflanze den Boden verläßt, die Temperatur um die Pflanzenglieder nimmt nach unten in den Boden und nach oben in die Luft ab — so bei Tag —, bei Nacht ist es umgekehrt.

Mit diesen Sätzen im Detailnachweis befaßt sich der II. Teil, der physikalische Teil meiner Boden- und Klimauntersuchungen.

Was ich hier gebe, sind, wie ich immer hervorheben muß, nur eine Anzahl Fundamentalsätze für die Konstituierung gesonderter Standorte.

Man müßte die einfachsten Lehrbuchsätze der Bodenkunde nicht kennen, wenn man annehmen wollte, es existierten für die Konstituierung der Standortseigenschaften im Boden und außerhalb desselben nicht auch noch zahlreiche andere Faktoren, welche diese Grundfaktoren mehr oder weniger modifizieren oder auch selbstständige Konstituenten abgeben.

Da keinem derselben — mit Ausnahme des Lichtes — bisher messend näher getreten ist, darf ich derenthalben einfach auf die betreffenden Kapitel des vorzüglichen Ramannschen „Lehrbuchs der Bodenkunde“ oder auf den ersten Abschnitt in der „Ökologischen Pflanzengeographie“ von Warming hinweisen, welcher letzterer in diesem mit gewohnter Klarheit die „Notwendigkeit“ der Einführung der Bodenkunde in die Pflanzengeographie erkannt hat.

Nur einen Faktor, dessen exakte Behandlung ich schon früher in die Ökologie eingeführt habe, muß ich hier besonders hervorheben. Die Anemometrie hat jetzt, wo eine Sonderarbeit des

Standortbodens auch in der Atmosphäre nachgewiesen, eine noch höhere Bedeutung erhalten als früher.

Die vorliegenden Blätter enthalten natürlich auch eine Unmenge von Detail, das zur speziellen Charakterisierung des Wellenkalkbodens selber dient. Dasselbe hat zurzeit zunächst lokales Interesse. Wenn aber einst an anderen Orten auch einmal in ähnlicher Weise gearbeitet wird, bringt die Vergleichung desselben neue Werte.

I.

Das Karbonat des Wellenkalk-
bodens.

I. Das Muttergestein. — II. Der Boden.

I. Das Muttergestein.

Im Gebiete des Wellenkalks mit seinen leicht angreifbaren Gesteinen, wo fast jeder Regentropfen die Oberfläche benagt und eine minimale Krume erzeugt, hat gewiß keine Pflanze einen Boden, für dessen chemische Zusammensetzung die Kalkprocente der petrographischen Analyse maßgebend wäre. Selbst für die Bewohner des sog. nackten Gesteins und Feldbodens, für *Grimmia apocarpa* und *Collema* z. B., muß das gelten; auch für die Wurzeln, der Stauden und Holzgewächse, die in der Tiefe des Untergrundes zwischen den Schiefern des Mergels kriechen, darf man ohne Zweifel annehmen, daß sie schon angefressene Oberflächen vorfinden.

Unter diesem Gesichtspunkt könnten Gesteinsanalysen, zumal wenn sie nur das Kalkkarbonat, den angreifbarsten Bestandteil betreffen, völlig überflüssig erscheinen.

Dem ist aber nicht so. Abgesehen davon, daß sie zum Verständnis des Verwitterungsvorgangs, der uns überall entgegentritt, und der Verwitterungsböden unbedingt nötig sind, werden sie auch einmal vor Augen führen, wie grundfalsch die Vorstellung von der Zusammensetzung des Erdbodens der Pflanze ist, wenn man sie sich nach den Gesteinsanalysen macht. Auf sie und die ebenso wenig brauchbaren Analysen von Kulturböden, war man aber bisher bei der Bodenbeurteilung aller Wildpflanzen angewiesen. Unsere erste Aufgabe soll also die Herstellung einer hinreichenden Anzahl von Karbonatbestimmungen der Gesteine verschiedener Niveaus des Wellenkalks sein.

Das Gebiet, welches ich mir für meine Studien ausgewählt habe, zeigt aber nicht bloß sämtliche Schichten des Wellenkalks, es hat auch den großen Vorteil, ebenso schön und scharf ausgesprochen, den oberen Teil des Buntsandsteins, den Voltzien-sandstein und den Röt, mit ihrer dem Kalk gegensätzlichen Vegetation aufzuweisen. Die Karbonatuntersuchungen dieses sog. Kieselgebietes sind lehrreich und sollen den Anfang bilden.

Methode.

Den Kalkgehalt unseres Bodens habe ich durch Bestimmung der Kohlensäure der Erde ermittelt. Die Berechtigung dazu liegt darin, daß für die Bezeichnung Kalkboden bekanntlich nur der Gehalt an kohlensaurem Kalk maßgebend ist.

Genau genommen kann der Gehalt an CO_2 zur Berechnung des Kalziumkarbonats nur dienen, wenn der Kalk im Boden nur als Karbonat vorhanden ist, und wenn kein anderes Karbonat als Kalziumkarbonat in Frage kommt.

Beides trifft bei unserm Boden ganz streng genommen eigentlich nicht zu. Nach den Gesteinsanalysen von Hilger (II, 145), an die ich mich halten darf, bildet das Kalziumkarbonat die große Übermenge der Karbonate. Neben dem Kalziumkarbonat kommt nur im Wellendolomit (Thüngersheim 16,2 %), und im Schaumkalk (Würzburg 6,9 %) kohlensaure Magnesia in beachtenswerter Menge vor.

Diese Gesteine mit ihrer ansehnlichen Menge von Magnesiumkarbonat scheiden aber für unsere Betrachtung, wegen ihrer außerordentlich schweren Verwitterbarkeit als bodenbildendes Material (das dann noch magnesiumreicher wäre!), völlig aus. In den leicht verwitterbaren übrigen Niveaus findet sich Magnesiumkarbonat aber nur zu etwa 1 %.

Als Kalk in anderer Verbindung denn als Karbonat wird Gips und phosphorsaurer Kalk genannt (Hilger, II, S. 138ff.). Aber auch von diesen sind nur die eben genannten ganz geringen Mengen vorhanden.

Mit Rücksicht auf die vorstehenden Daten ergibt sich also:

1. Daß bei Bestimmung des Kalkes aus kohlensauen Salzen verschwindend geringe, für meine Zwecke nicht in Frage kommende Kalkmengen (Sulfat und Phosphat) unberücksichtigt sind; von Rechts wegen dürfte ich nicht von Kalkbestimmungen, von Kalkgehalt, von Kalkprozenten, sondern nur von Karbonatgehalt und -prozente sprechen. Ich gebrauche aber die erstgenannten Ausdrücke der Kürze halber.

2. Daß ich in meinen Fällen sehr geringe und irrelevante Mengen von kohlensaurer Magnesia als Kalkkarbonat mit berechnet habe; gegenüber den vorhandenen Massen von Kalkkarbonat die reinen Nullen.

Wer wie ich im vorliegenden Falle ein übergroßes Material zu bewältigen und zu sichten hat, muß die einfachste und kürzeste Methode, die überhaupt zulässig ist, anzuwenden bestrebt sein.

Meine Methode ist die für diese Zwecke allgemein übliche (vgl. z. B. Wahnschaffe, S. 56; Nowacki, S. 106; aber auch Ramann, S. 209): ein handlicher Mohrscher Apparat (Müncke, Ausg. Nr. 62 N. 1809, auch andere), 2 g lufttrockene Feinerde — mit Sieb 0,5 mm. Wenn es einmal unmöglich ist die ganze Wurzelerde zu analysieren, so gibt, wie jeder Bodenkundige zugeben wird, die Analyse der Feinerde das sicherste Resultat. x

1. Der Buntsandstein am Roten Berg.

Der Buntsandstein des Spessarts endet bekanntlich rechtsmainisch bei Gambach, aber nicht auf der Nordseite des Gambacher Tälchens, er setzt über dieses hinüber und bildet die Unterlage und Vorstufe des den Wellenkalk beginnenden Krainberges, den sog. Roten Berg.

Der Bau dieses unten Wein, oben Buschwald tragenden Berges war durch ein Profil aufgeschlossen, das in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts beim Bahnbau entstanden, und wenige Jahre später von Sandberger aufgenommen worden¹⁾, jetzt aber fast völlig verschüttet ist. Immerhin belehrende Reste desselben sieht man ganz nahe bei der Eisenbahnstation und wenn man von da den Fußpfad über den Leitewald nach dem Krainberg nimmt, kommt man im Verlauf einer halben Stunde über verschiedene Schichten desselben.

Gleich beim Überschreiten des Bächleins, am Aufstieg zum Pfaffenholz steht man vor dem grobkörnigen violetten Sandstein, der im Sandbergerschen Profil mit Nr. 1 bezeichnet ist, und sieht über demselben einige dicke Bänke von rotem Sandstein. Der übrige Buntsandstein wird durch den Wald verdeckt. Wie der nahe Steinbruch zeigt, ist hier das Niveau des Voltziensandsteins²⁾. Alle diese Schichten sind, wie meine Analysentabelle³⁾ zeigt, karbonatfrei.

Wenn man oben über den Weinbergen aus dem Wald heraus kommt, befindet man sich bereits auf dem Röt, der am Waldrand weithin freiliegt. Hier beginnt der interessanteste Teil für uns, denn im sonst zumeist kalkfreien Röt tritt an zwei Stellen Karbonat durch Infiltration aus dem Wellenkalk in bemerkenswerter Menge auf.

Schon das Liegende des Röt ist von großem Interesse. Es ist aber auf unserem Wege nicht aufgeschlossen, sondern in einer Senkung des Weinbergpfades, der von der Landstraße neben dem

Surveyed

Bahnkörper über den Krainbergfuß nach dem Dorfe führt. Hier findet sich etwa $\frac{1}{2}$ Dutzend Sandsteinbänke, die durch rote und blaugüne Letten getrennt sind, und dem Wanderer als natürliche Treppenstufen auf dem Pfade dienen. Und hier ist sicher, obwohl ich „Spuren“ noch nicht gesehen habe, das Niveau des Chirotheriums.

Es ist gewiß, daß die Chirotherienbank kalkhaltig ist. Hilger hat im bekannten Auraer Chirotheriensandstein (im Saaletal bei Kissingen) nahezu 21 % Kalziumkarbonat festgestellt. Von unseren eben genannten Schichten existieren keine Analysen. Ich selber fand in drei analysierten Bänken zwar nicht soviel Karbonat, wie Hilger in Aura, aber genug, um das Auftreten besonderer Pflanzen an dieser Stelle begreiflich zu machen:

- | | |
|---|---|
| 1. Sandsteine unmittelbar unter dem Röt, weiß, hart, rauhkörnig | 5,45 % |
| 2. fleischfarbiger, feinkörniger Sandstein, etwa in der Mitte gelegen | 11,93 % |
| 3. feinkörniger unterster Sandstein | 1,37 % |
| 4. roter Letten | } zwischen den Sandsteinbänken: Spuren. |
| 5. grüner Letten | |

Da der Boden an dieser Stelle zum größten Teil in Kultur genommen ist, bleibt freilich nur ein kleiner Fleck, der wilde Kalkpflanzen tragen kann. Man findet unter den dortigen „Kieselpflanzen“ eingemischt *Amellus*, *Linosyris*, *Galium glaucum*, *Brunella grandiflora*, *Teucrium*, *Chamaedrys* usw.

Viel wichtiger für uns ist eine zweite Stelle im Röt selber, oben zwischen dem Waldrand und den Weinbergen, eine Senkung, über welche unser eingeschlagener Pfad zum Krainberg führt. Sie ist vielleicht 350 Schritte vom Krainbergdolomit entfernt, im Geviert 30×60 m und ihrem Äußeren und der Lage nach absoluter Rötboden.

Hier tritt auf dem nackten Röt mitten unter den „Kieselpflanzen“ des roten Berges plötzlich eine „Kalkflora“ auf, unter die „Kieselpflanzen“ gemischt.

Brunella grandiflora, *Anthemis tinctoria*, *Inula hirta*, *Aster Amellus*, *Linosyris vulgaris*, *Peucedanum Cervaria* und *officinale*, *Pulsatilla*, *Libanotis*, *Anemone silvestris*, *Galium glaucum*, *Linum tenuifolium*, *Clematis recta*, *Teucrium Chamaedrys*, *Hippocrepis*, selbst *Helianthemum polifolium* und *Sesleria*. Ich fand hier in der Wurzelerde:

- | | |
|-------------------------------|---------|
| Amellus mit | 4,55 % |
| Amellus an anderer Stelle mit | 26,59 % |

Linosyris mit	5,79 %
Alyssum montanum mit	3,98 %
davon etwas entfernt:	
Calluna und Vaccinium mit je	3,5 % Karbonat.

Anmerkungen.

1) Das ganze Sandbergersche Profil vom Roten Berg lautet (von oben nach unten). (II. Taf. VIII).

Wellendolomit . .	3,46 m
Röt	3,00 "
Myophorienbank .	0,03 "
Röt	23,00 "
Chirotherienbank .	0,60 "
Rote Sandsteine .	30,00 "
Wellenplatten . .	0,38 "
Violetter Sandstein .	2,00 "
	<hr/>
	59,01 m

Der Röt hat also hier bei Gambach 26 m Mächtigkeit, bei Thüngersheim nur 16 m.

2) Was der frühere Winterichsche, jetzt Boppsche Steinbruch im Einzelnen aufschließt, ist noch nicht näher untersucht. Jedenfalls sind in demselben in bestimmter Höhe massenhaft Reste von Voltzia heterophylla — Zweige und Wurzeln — vorhanden. Es wird also hier der sog. Voltziensandstein gebrochen. Derselbe ist am Karlstadter Bahnhofgebäude verwendet und hier kann man, wenn man auf die verspäteten Schnellzüge vom Rhein wartet, durch sehr hübsche kleine Bildchen von Quer- und Längsschliffen dieser Pflanzenreste unterhalten und entschädigt werden.

3) Buntsandstein am Roten Berg.

1. Violetter Sandstein	Spuren von Karbonat
2. Roter Sandstein, im ganzen 30 m mächtig, Voltziensandsteine	" " "
3. Röt, 23 m mächtig, wo er im Weinbergpfad ansteht	" " "
4. Braugrüner Letten ebenda	" " "
5. Röt, oben am Waldrand	2,24 %

Röt von Thüngersheim, nur 16 m mächtig, enthält nach Hilger
4,821 % Kalziumkarbonat.

In den Buntsandsteiannalysen, welche Hilger (II, 137) unter dem Titel „Die chemische Zusammensetzung der Gesteine der Würzburger Trias“ mitteilt, sind neun aus verschiedenen Niveaus aber keine vom Roten Berg enthalten. Der Erlabrunmer Buntsandstein, wie ein klimmerig-schieferiger von Thüngersheim enthalten gar kein Kalkkarbonat. Der Thüngersheimer Röt enthält in der „großen Grube“ 4,821 % Kalkkarbonat und beinahe 1 % (0,775) phosphorsauren Kalk. Am kalkreichsten ist eine Mergelbank im Schweinheimer Schiefertone mit 48,197 % Kalkkarbonat und 22,442 % Magnesiumkarbonat, neben etwas schwefelsaurem und besonders auch phosphorsaurem Kalk. — Die Myophorienbank (im Röt) von Erlabrunn hat 7,55 % Kalk- und 19,11 % Magnesiumkarbonat.

Im obersten Röt vom Fuße der Homburg ob der Wern (Gössenheim) habe ich in einer dünnen äußerst harten Bank mit Myophoria costata 93,52 % Karbonat festgestellt.

Endlich sei von der Auraer Chirotherienbank aus Hilgers Analyse neben dem schon angegebenen 20,991 % Kalziumkarbonat, noch 2,614 % Magnesiumkarbonat, dann 0,341 % schwefelsaurer und 1,212 % phosphorsaurer Kalk erwähnt.

2. Der Wellenkalk.

Über den Bau des mächtigen Kalkrückens, der unsere Wellenkalkvegetation in so vorzüglicher Weise erhält, des Kalbensteins im weiteren Sinn, kann man sich an verschiedenen Stellen seines Abhanges, soweit es für unsere Zwecke nötig ist, recht gut unterrichten; besonders bieten die sogenannten Gräben und ihre tieferen Einschnitte, der Falkengraben, der Maingestellgraben, der Teufelsgraben, dazu Gelegenheit.

Den vollständigsten Überblick über den inneren Bau des Berges gibt der denkwürdige Felssturz in der Nähe des Falkengrabens über der Karlstadt-Gemündener Landstraße, der von Henkel skizziert wurde. Doch ist die nähere Besichtigung kaum angänglich.

Unter diesen Verhältnissen dürfen wir uns wohl an die Profile des Zementbruchs bei Mühlbach und insbesondere an das Profil von Thüngersheim-Güntersleben, das Sandberger entworfen, halten, das in allen Fragen, die wir behandeln, Gültigkeit haben wird.

Aus unserem Gebiete selber existiert, von Sandberger und Endres entworfen, die genaue Aufzeichnung und Messung der Schichtenfolge vom untersten Wellenkalk, dem sog. Wellendolomit und den Grenzsichten gegen den Röt, vom westlichen Fuße des Krainberges. Leider ist dieses Profil jetzt ebenfalls mehr oder weniger verschüttet, bietet aber bei der Besichtigung noch genug des Interessanten für uns.

Es befindet sich auf der Höhe des Stadtweges, beim Bildstock und der großen Buche, wo nach dem Aufstieg durch die Weinberge der Leitewald und der Abstieg gegen das Dorf beginnt. Ich habe diese Felsenpartie, die wohl anfänglich durch Absturz entstanden, später durch Abgraben von Erde für die Weinberge erweitert sein mag, da sie wesentlich durch die gelben Bänke des Wellendolomits auffällt, im Verfolg meiner Studien den Dolomitbruch genannt. Auf der Fig. 1 Taf. I der Anemometrischen Arbeit ist der Anfang dieses Bruches zu sehen. Dieses Profil zeigt uns also den Bau des unteren Teiles des Krainberges.

Steigt man von da gerade aus in die Höhe, durch den lichten Kiefernwald mit seiner schönen präalpin-pontischen Flora, dem Gipfel des Krainberges zu, so schreitet man über echten Wellenkalk bis auf den Gipfel des Berges (316 m), wo ehemals ein trigonometrisches Signal stand. Von hier ab senkt sich das Terrain ganz sacht, bleibt aber immer im Niveau des Wellenkalks s. str.;

beim leichten Steigen gegen das Rosenholz und den hohen Kalbenstein bleibt man in demselben Niveau und man trifft auf den Äckern öfter handgroße, dicke, abgeschliffene Scheiben der Terebratelbänke.

Gleich wenn man die gegen den Main gerichtete Spitze des Rosenholzes durchschritten hat, liegt auf der Höhe des Kalbensteins, über dem Felssturz stellenweise die oberste Schaumkalkbank bloß, meist ist dieselbe jedoch von Mergelschiefer und auch von Löß verschiedener, immer aber geringer Mächtigkeit bedeckt. Der Boden dort oben ist durch den Bahnbau in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts vielfach gestört worden.

Wo sich das Terrain gegen den Falkengraben senkt, vor einem kleinen Kiefernbestand, aus dem ich Wuchsformen abgebildet habe (Anemometr. S. 8—9) tritt am Rande wieder echter Wellenkalk auf; dort sind schöne Bestände von *Stipa capillata*, *Sesleria* und *Festuca glauca*. Abgebildet und beschrieben, in „Sesleriahalde“ S. 5 und Taf. VIII Fig. 2.

Auch auf dem Maingestell, wohin wir uns weiter südwärts wenden, um den Falkengraben herumbiegend, bleiben wir, obgleich es tiefer liegt (284 m), im Niveau der Schaumkalkbänke, welche hier unmittelbar unter dem Löß und Schieferboden zur Gewinnung von Pflastersteinen abgebaut werden. Dort liegen an verschiedenen Stellen zerstört große Blöcke von Zellendolomit herum, um welche der Boden eigentümlich ockergelb gefärbt erscheint.

Gegen den Maingestellgraben, wo die Mergelschiefer herrschend werden, fallen quadratmetergroße nackte Myophorienplatten auf.

Das Niveau ändert sich nicht wesentlich auf dem tieferen Neubergplateau, unter dem Rehnitz. Auch hier sind Schaumkalk, Mergel und Myophorienplatten herrschend. Erst beim Abstieg auf der Hammersteige kommen noch einmal die Schichten des oberen eigentlichen Wellenkalks zutage.

Und diese Verhältnisse wiederholen sich auf dem weiteren Weg über das Steigbild bis zum Kapellenberg über Karlstadt.

Wie man sieht, kommen wir auf diesem Wege auf der Höhe, vom Gambacher Tälchen bis Karlstadt über fast alle Niveaus des Wellenkalks. Sie alle liefern stellenweise den Boden für unsere Pflanzen und es ist nun unsere erste Aufgabe eine gute Vorstellung von dem Karbonatgehalt dieser Schichten im einzelnen zu bekommen.

In der folgenden Übersicht habe ich die Schichten, welche ich analysiert habe, in der geologischen Reihenfolge, wie wir sie

Reihenfolge der Schichten¹⁾:

Kalziumkarbonat

Hilger fand:

1. Schwarzer Schiefertou, 1,29 m mächtig, an der Westseite des Krainbergs (Sandberger, Nr. 11)	0	—
2. Graue Mergelbraccin, ebenda, 0,40 m mächtig (Sandberger, Nr. 10).	53,63	—
3. Schieferiger „gelblicher Mergel“ über der vorigen, 0,40 m (Sandberger, Nr. 9)	8,45—8,90	—
4. Gelber, harter Dolomit, ebenda, 1,73 m mächtig (Sandberger, Nr. 8)	—	46,80 (Thünigersheim)
5. Unterster Wellenkalk (über dem Dolomit) pseudokonglomeratisch An einer anderen Stelle	81,02 87,50	83,30 (Thünigersheim) —
6. Terebratelbank auf dem Ravensberg	84,21	87,78 (Erlabrunn)
7. Unterste Schaumkalkbank, Neuenberg bei Thünigersheim	87,05	—
8. Oberste Schaumkalkbank, Maingestell	83,87	88,87 (Erlabrunn)
An anderer Stelle	86,82	—
9. Mergel über der obersten Schaumkalkbank, ebenda	71,54	—
An anderer Stelle	73,86	70,07 (Steinbachsgrund)
10. Myophorienplatte vom Neuberg, unter dem Rehnitz	86,48	88,86 (ebenda)

1) Die Schichtenfolge nummeriere ich hier nicht wie Sandberger, der die unterste Schichte mit 1 bezeichnet und zu unterst gesetzt hat. Meine Nummerierung bezeichnet die Reihenfolge, wie man die Schichten trifft, wenn man vom „Stadtweg“ am Krainsberg ausgeht und über den ganzen Kalbenstein bis zum Maingestell wandert.

auch auf unserer Wanderung über den Kalbenstein getroffen haben, aufgeführt. Soweit von anderwärts Analysen vorhanden sind — Hilgers Verdienst — sind dieselben zum Vergleiche angeführt.

Das Muttergestein unserer Pflanzenböden besitzt also, wenn man von einzelnen Schichten der alleruntersten Etage absieht, wo 0 und 8% Karbonat vorkommen, zwischen 50%, was seltener ist, gewöhnlich zwischen 70, 80 und 90% Karbonat.

Die Bedeutung dieser Gesteine für die Bildung des Bodens auf unserer Wegstrecke hängt natürlich von ihrer Mächtigkeit und der Art ihres Zutagetretens ab. Ich habe schon anderwärts hervorgehoben, daß die obenerwähnten kalkarmen unteren Schichten für uns keine praktische Bedeutung haben, da sie von zu geringer Ausdehnung sind; die charakteristische Kalkflora geht über diese Schichten, wie überhaupt über den Wellendolomit s. lat. völlig unbekümmert hinweg. Für den Botaniker gibt es keinen Zweifel, ob er den Wellendolomit zum Buntsandstein oder zum Muschelkalk rechnen soll.

Dagegen nehmen von der Gesamtmächtigkeit des Wellenkalks von rund 100 m (bei Thüngersheim) die Schichten des Wellenkalks s. str. geradezu $\frac{3}{4}$ (75,67 m) in Anspruch. Dieser Wellenkalk liefert so gut wie ausschließlich den Boden für die Fels- und Schotterlehnen, auf dem Plateau dominiert er über den ganzen Krainberg bis zum Rosenholz, wird zwar oben auf dem Kalbenstein durch den Schaumkalk und die Mergelschiefer unterbrochen, dominiert aber wieder auf Maingestell und Neuberg, am Steigbild und an der Landwehr unter dem Saupurzel.

Die etwa 5 m mächtigen Mergelschiefer treten nur lokal, auf dem Kalbensteinplateau, Maingestellgraben, Neuberg usw. hervor.

Anmerkung.

„Kalkpflanzen“.

Liebig nennt bekanntlich die Kalkpflanzen nach dem Kalkgehalt ihrer Asche; ihm sind Kalkpflanzen solche, bei denen in der Asche der Kalk „vorwaltet“ (Agrikulturchemie, 8. Aufl., Bd. I, 212).

Ganz anders in der Pflanzengeographie, Kalkpflanzen heißen hier diejenigen Pflanzen, welche stetig oder vorwiegend auf Kalkboden vorkommen; und unter Kalkboden wird ein Boden verstanden, der mindestens 2—3% kohlensauen Kalk enthält; Boden mit 1—2% Kalk wird schon Kieselboden genannt. Magnin, Lyon. S. 352 und 299. — Drude, Handbuch S. 53. — Schimper, Pflanzengeographie S. 111.

Wieder anders die Bodenkundigen; was sie Kalkboden nennen ist ungleich reicher an Kalkkarbonat. Senft (Fels- und Bodenarten S. 318) nennt Kalkboden einen Boden mit wenigstens 15% Kalk; bei Nowacki (S. 156) muß derselbe wenigstens 50%

Karbonat haben, was darunter fällt heißt Mergel. Ramann nennt selbst Boden mit 50—75 % Karbonat noch Kalkmergel (S. 114).

Die für die Praxis und wenige Pflanzen bestimmte land- und forstwissenschaftliche Bodenkunde kann einer Nomenklatur der Kalkböden nicht entraten; und diese kann nach großen abgerundeten Prozentgruppen eingerichtet werden.

In der Pflanzengeographie, die es mit tausenden von Pflanzen und Boden jedes Prozentgehaltes zu tun hat, wird eine feste Nomenklatur event. erst eingeführt werden können, wenn die Bedeutung verschiedener Karbonatprocente wissenschaftlich klargestellt ist; daß ist bis jetzt nicht der Fall.

3. Der Löß.

Der durch Verwitterung entstandene Kalkboden ist unser Erdboden κατ' ἐξοκὴν, der eigentliche „gewachsene“ Boden, der „Verwitterungsboden“. Er stellt an den verschiedenen Orten, auf den Hängen wie auf dem Plateau die natürliche pflanzenbesiedelte Oberfläche dar, aber keineswegs überall.

An den Hängen wird er, wie ich in der „Sesleria-Halde“ gezeigt habe, durch Schutt überdeckt, der meist aus dem überlagernden, abgestürzten „Muschelkalk“ stammt; denn er kommt massenhaft nur da vor, wo der über dem Wellenkalk folgende „Muschelkalk“ nicht abgetragen ist. Seinen Kalkgehalt habe ich a. a. O. durch zahlreiche Analysen festgestellt.

Auf dem Plateau aber ist eine fremde Decke von ungleich größerer Bedeutung vorhanden, gleichfalls „angeschwemmt“ im bekannten Sinn, der äolische Löß.

Auf dem ganzen Wege unseres Terrains, vom Krainberg bis zum Kapellenberg und auch weit darüber hinaus und anderwärts, liegt über dem grauen Kalkboden, gewöhnlich unvermittelt, eine staubartige, feinmehlige, leder- bis kaffeebraune Erde, selten mehr als einige Dezimeter dick. Sie ist jetzt nicht mehr auf weite Strecken zusammenhängend wie ursprünglich, sondern hat viele Unterbrechungen, große und ganz kleine Lücken und ist unregelmäßig, landkartenartig begrenzt, tritt auch inselartig auf. Durch Vorgänge, welche die Geologie unter den Namen Erosion, Denudation, Deflation kennt, sind Abtragungen entstanden. An den Kanten des Plateaus wird sie abgeweht, an den Gräben abgewaschen, ist sie auf dem Kalbensteinplateau durch künstliche und natürliche Einbrüche diskontinuierlich geworden.

Wie bemerkt, ist diese Lößdecke auf unserem Gebiete jetzt von sehr geringer Mächtigkeit; gewöhnlich 10—20 cm stark, selten stärker. Nur in einer spaltenartigen Senkung am Maingestellgraben habe ich einmal ausnahmsweise 70 cm gemessen.

Wer in der nächsten Nähe unseres Gebietes das mächtigste Lößprofil sehen will, das sogar fortwährend angefrischt wird, der muß den Steinbruch der Zementfabrik in Mühlbach besuchen. Dort liegt auf den hellgrauen Wellenkalkschichten oben, weithin im Maintal sichtbar, eine lebhaft gelbbraune Erdschicht, 8—10 m mächtig und wohl noch mehr. In dieser linksmainischen Schicht sind die echten Lößkonchylien festgestellt, sind massenhaft Lößpuppen und die charakteristischen verkalkten Pflanzenwurzeln vorhanden; nicht minder stimmt die staubfeine Struktur, die mikroskopische, die durch das 0,5 mm-Sieb ohne Rest gesiebt werden kann.

Nur in Einem weicht das hier als Löß aufgefaßte Gebilde von der üblichen schulmäßigen Definition ab. Es gilt als charakteristisches Merkmal des Löß, daß er neben den „feinen, eckigen Quarzsplittern“ usw. zu einem guten Teil aus „feinem Kalkstaub“ besteht. Der analysierte Löß der Umgebung von Würzburg zeigt zwischen 20 und 30 % Karbonat und seine große landwirtschaftliche Bedeutung wird ja aus diesem Karbonat abgeleitet. Unsere vorliegende Erde aber ist oft so gut wie kalkfrei: fand ich zwar am Krainberg (Tabelle Nr. 1—4) 11—21 % Karbonat, so zeigte er an anderen zahlreichen Stellen kaum Spuren davon. Dieser renommierte Kalkboden ist ein geradezu kalkfreier Boden und der diametrale Gegensatz zum Wellenkalkboden.

An diesen Stellen ist der Löß kein unverändertes „Gestein“ mehr, sondern verwitterter Boden. Es ist bekannt, daß der Löß, wie jedes andere Gestein, der fortwährenden Zersetzung unterliegt, und daß er insbesondere eine unausgesetzte Auslaugung seines Kalkes erfährt. „Die Zusammensetzung und was damit zusammenhängt, die physikalische Beschaffenheit des den Atmosphäriken längere Zeit preisgegebenen Lößes verändert sich fortwährend. Ist derselbe mit einer Vegetationsdecke überzogen, deren Zusammensetzung den Regen- und Schneewässern, welche in die tieferen Schichten sinken, einen Kohlensäuregehalt verleiht, so wird kohlensaurer Kalk aus dem Löß ausgelöst und überall in der Tiefe wieder abgesetzt“ sagt Sandberger (III, S. 218 u. 219). Diesem Fortführen verdanken die Lößmännchen und die Kalkröhrchen der Pflanzenwurzeln ihre Entstehung. „Mit der teilweisen oder gänzlichen Entfernung des kohlensauren Kalks wird die Farbe des Lößes ockergelb, er fängt an plastisch (plastisch habe ich ihn freilich niemals gefunden) zu werden, kurz er verwandelt sich aus einem sandigen Mergel in den sandigen Lehm.“

Solch völlig entkalkten und infolgedessen ganz kaffeebraunen verwitterten Löß haben wir hier gewöhnlich vor uns. Günstigere Bedingungen für das Auslaugen des Kalkes als an unserm Orte kann es ja auch gar nicht geben: ausgebreitet in dünner Schicht und durchwurzelt von einer dichten Pflanzendecke, deren unterirdische Teile die Quelle fortwährender Kohlensäureentwicklung sind.

Unsere Lößdecke ist allerdings nur dann kalkfrei, wenn sie rein, d. h. unvermischt mit der Wellenkalkunterlage ist; nur dann ist es pure Feinerde, welche durch die feinste angewandte Siebnummer geht. So fand ich sie z. B. vom Rosenholz bis zum Neuenberg. Tabelle Nr. 8—10. Oft genug ist dieselbe aber mit der kalkhaltigen Unterlage gemischt, und das nicht etwa bloß auf Kulturboden, sondern auch auf wirklichem unberührtem Wildboden; daß in diesem Falle die den Boden in Bewegung setzenden Kräfte als Frost, Regen, Wind in Frage kommen, ist zweifellos; es liegt aber außer dem Rahmen dieser Untersuchungen, diese näher zu prüfen. — Leichter verständlich wird der Fall, wenn feinere und feinste Kalkteilchen zugemischt sind. Schwieriger dann, wenn größere Steinchen im Löß liegen. Oft sind zahllose hirsekorngroße weiße Körnchen im braunen Staub zu sehen, ein ander Mal auch erbsen- und nußgroße verschiedenster, gewöhnlich eckiger Form. In diesen Fällen ist es selbstverständlich, daß man einen ganz verschiedenen Kalkgehalt bekommt, wenn man die Siebnummer ändert. Ich verweise z. B. auf Nr. 5 und 6 der Analysentabelle. In einem Falle vom Krainberggipfel, der in die Tabelle nicht aufgenommen ist, fand ich bei Anwendung des 2 mm Siebs 4,09 % Karbonat, mit dem 0,5 mm Sieb dagegen Kalkgehalt = 0. — In einem dritten Falle vom Neuberg III war bei 0,5 mm der Kalkgehalt = 0; bei 2 mm = 1,70 und bei 4,5 mm = 2,90 %.

Von der Beteiligung kalkarmen bzw. kalkfreien Löß zur Herstellung kalkärmerer Böden durch Mischung mit Wellenkalkböden wird anderwärts gehandelt.

Karbonatanalysen des Löß (in toto).

1. Am Krainberg, an der einzelstehenden Kiefer, auf der Höhe meines Besitztums	10,91
2. Ebenda an der Ecke der jungen Schwarzkiefern	17,50
3. Ebenda, in der Senkung bei den isolierten Kiefern, mit Kalksteinchen gemengt	15,91

4. Auf der Krainberghöhe, mit Kalksteinchen 20,99
5. Auf dem Kalbensteinplateau, rückwärts gegen das Rosenholz, mit *Artemisia* und *Koeleria* (ungefärbter Naturboden ohne sichtbaren Kalk) 2,16
6. Ebenda die Feinerde (mit 0,5 mm Sieb) = 0
7. Ebenda, nahe dem Rande über dem Felssturz 2,00
8. Am Rosenholz, Anfang des Krainbergrückens, Senkung gegen Süden 0
9. Hinter dem Felsenkeller an der Gössenheimer Straße, an drei ungefähr $\frac{1}{2}$ m voneinander liegenden Stellen, Erde von *Pilosella*, *H. polifolium* und *Teucrium montanum* 0
10. In der Nähe der vorigen Stelle, gegen die Landwehr, mit *polifolium* und *Pilosella*, die 70 cm voneinander entfernt sind 0
11. Auf dem Plateau des Neuenberges bei Thüngersheim, Boden mit *Allium fallax*, *Carex humilis*, *Pulsatilla*, *Hippocrepis*, *Potentilla cinerea*, *Cladonia rangiferina* 1,15
12. Löß vom Plateau der Ruine Homburg o. Wern (gemischte Kalkflora der gewöhnlichen Art) 3,29
13. Der Löß im Zementbruch bei Mühlbach. Die Proben sind in vier verschiedenen Tiefen, von der Oberfläche in 1 m, in 2 m und in 3 m Abstand, nicht von der Bruchfläche selbst, sondern in 10 cm Tiefe derselben genommen. In allen Proben war nicht die Spur Karbonat zu finden. In den „Lößkindchen“, die daselbst außerordentlich zahlreich und typisch in der Form entwickelt sind, erhielt ich 67,05 Karbonat auf Kalk berechnet. Nach Sandberger (a. a. O. S. 218) enthalten die Lößkindchen von Wiesbaden 72,98 Karbonat (55,22 Kalkkarbonat, 17,76 Magnesiakarbonat). In Bomers Arbeit (a. a. O. S. 81) werden Erlabrunner Lößkindchen mit 74,49 Karbonat aufgeführt.

Unveränderter Löß von Kösen, im Wald, der „Katze“ gegenüber. Hier fand ich 13,87

Anmerkungen.

Schon in der Einleitung zu Schenks Flora (1849, S. 26) wird Löß in unserer Gegend als „ein ziemlich verbreitetes Diluvialgebilde“ erwähnt, allein eine genauere Kenntnis desselben ist erst von Sandberger angebahnt worden. Er hat seine große Verbreitung festgestellt, die Echtheit desselben aus den Konchylien bewiesen und die ersten chemischen Analysen veranlaßt, Wicke wie Hilger und seinen Schülern das Material geliefert.

In Hennebergs Journal für Landwirtschaft vom Jahre 1869 teilt Sandberger sieben Lößanalysen mit, darunter figurirt zum ersten Male eine aus unserer Gegend, der Löß vom Blossenberg bei Heidingsfeld, welche Wicke in Göttingen ausgeführt hat. Es interessiert in erster Linie, daß der Blossenberger „Tallöß“ 28,27 % Gesamtkarbonat (24,96 Kalzium- und 3,78 Magnesiumkarbonat) enthält.

In seiner bekannten Arbeit über die Würzburger Glacialzeit (XIV, 1880, S. 127) teilt Sandberger eine Analyse vom „Berglöß“ der Heigelshöfe bei Heidingsfeld mit, die Hilger gemacht hat: dieselbe ergibt 24,33 % Gesamtkarbonat (20,64 Kalk und 3,69 Magnesia).

Hilger hat auch eine Analyse von „Tallöß“ der „Zeller Ziegelhütte“ (II, S. 81) mitgeteilt: 29,34 % Gesamtkarbonat (25,24 Kalk und 4,10 Magnesia).

In der fleißigen Arbeit von Max Bömer, eines Schülers von Hilger (1889) sind sechs Analysen von Sandberger gesammelter Lößproben mitgeteilt. Sie stammen aber nicht aus unserer Gegend, sondern aus der weiteren unterfränkischen Umgebung. Der Gesamtkarbonatgehalt ist folgender (Kalziumkarbonat in Klammer):

Neustadt a. d. Saale I . . .	5,07	(3,41)
„ „ II . . .	11,53	(11,05)
Brendlorenzen	9,53	(8,04)
Werneck	4,03	(3,77)
Hörstein } b. Aschaffenburg	20,05	(19,07)
Glattbach }	15,40	(13,98).

Mit Ausnahme des Hörsteiner und Glattbacher Löß weisen also diese Analysen einen wesentlich geringeren Kalkgehalt als die Lössе von Würzburg auf.

Von diesen letzteren, die uns zunächst angehen, seien die Gesamtanalysen nachstehend mitgeteilt:

	Berglöß von den Heigelshöfen	Tallöß vom Blossenberg	Tallöß von der Zeller Ziegelhütte
Kohlensaurer Kalk	20,64	24,69	25,24
Kohlensaure Magnesia	3,69	3,78	4,10
Kieselsäure	58,29	54,51	55,62
Eisenoxyd	4,62	4,57	3,26
Tonerde	5,31	7,77	6,42
Kalk	2,67	0,80	1,26
Bittererde	1,24	0,41	0,52
Kali	2,16	1,21	1,56
Natron	0,91	0,91	1,40
Phosphorsäure	0,31	0,14	0,26
Schwefelsäure	0,71	Wasser und orga- nische Substanz	0,26
Chlornatrium	0,03	0,72	0,04
	100,58	99,51	

Die Namen: angestammter und angeschwemmter Boden, Now., S. 41 — ursprüngliche und verschwemmte Böden, Ad. Mayer (1. Aufl., 1871, S. 46) — Verwitterungsböden und Schwemmböden, Wahnschaffe, S. 7. — Verwitterungsböden und Schwemmlandsböden, Ramann, S. 48. („gewachsener Boden“, vgl. S. 230), wie sie die Bodenkunde einstimmig definiert, haben Geltung im großen. „Auf kleinstem Raum“ kommen streng genommen eigentlich fast immer Schwemmböden vor.

II. Der Boden.

1. Der Wildboden und sein Karbonat.

Nachdem wir im Vorhergehenden den normalen Karbonatgehalt der Wellenkalkgesteine festgestellt haben, wollen wir nun Karbonatbestimmungen des natürlichen wilden Bodens vorführen.

Die Erden, welche hier in Betracht kommen sollen, entstammen allen Niveaus des Wellenkalks, vom untersten Wellenkalk im engeren Sinn bis zu den Mergelschiefern über dem Schaumkalk. Es sind die fertigen, Pflanzenbewohnten Böden; die Hauptpflanzen, die auf den Böden stehen, sind in der Analysentabelle namhaft gemacht. Um die Böden rein zu erhalten, sind die Proben nicht von der Oberfläche, sondern meist in 5—10 cm Tiefe genommen, wohl auch, wie bei den Bänken aus den (pflanzenbewohnten) Felsspalten. Sie stammen also sicher von der ursprünglichen Lagerstätte und können nicht durch Schwemmung entstandene Mischungen verschiedener Böden sein. Die Entnahme derselben aus einer bestimmten Tiefe unter der Oberfläche sollte derselben eine gewisse mittlere Zusammensetzung sichern. Auf der Bodenoberfläche ist der Regel nach der Boden karbonatärmer, in der Tiefe karbonatreicher.

Das allgemeine Resultat ist, daß der Verwitterungsboden bedeutend an Karbonat verloren, bedeutend karbonatärmer ist als das Gestein, aus dem er entstanden. Es fehlt nicht viel, so sind die höchsten Prozente des gebildeten Bodens den niedrigsten des Muttergesteins gleich.

Der Karbonatgehalt schwankte zwischen 21 und 57%. Unter den 17 analysierten Böden (unten S. 28) halten sich

- 3 innerhalb der 20%
- 9 innerhalb der 30%
- 3 in den 40% und
- 2 in 50%.

Es gibt aber auch Böden, die noch kalkärmer sind. Solche habe ich — nicht unerwartet — in der Region der Mergelschiefer gefunden. Dort kann zwar (Nr. 10) ein hoher Gehalt vorhanden sein. Am Hammersteig bei der oberen Schaumkalkbank fand ich jedoch einen Boden von 10% Karbonat, und ein Boden unter der untersten Schaumkalkbank am Hang des Maingestellgrabens an seiner Umbiegung gegen den Neuberg zeigte gar nur 4,43%.

Es ist interessant, den Karbonatgehalt dieser Wildböden mit dem der Kulturböden zu vergleichen. Es liegen von letzteren Analysen von Weinbergsböden am Stein, Leisten und Kalmut (bei Homburg am Main) vor, von denen die letzteren ganz sicher im Niveau des Wellenkalks liegen. Diese zeigen:

	Stein	Leisten	Kalmut
Kalziumkarbonat . .	24,430	17,861	55,613
Magnesiumkarbonat .	2,034	4,010	1,502
Gesamtkarbonat . .	26,464	21,871	57,115

Diese seinerzeit von Hilger ausgeführten Analysen zeigen einen wesentlich geringeren Karbonatgehalt als meine Wildböden, und es könnte darnach scheinen, als ob die Kulturböden überhaupt und charakteristischer Weise einen geringeren Kalkgehalt und demnach einen größeren Grad der Verwitterung aufwiesen. Dem ist aber nicht so.

Ich habe vor einigen Jahren eine größere Anzahl von Weinbergsböden auf Karbonat untersucht, damals zu dem Zwecke, für eventuelle Pflanzung von Amerikanerreben, die bekanntlich außerordentlich kalkscheu sind, die ersten Erfahrungen zu sammeln. — Diese Bestimmungen haben den Vorteil, daß sie in unserm Wellenkalk am Roten Berg und Kalbenstein ausgeführt sind, lassen also einen vollgültigen Vergleich zu.

Karbonatbestimmungen im Gebiete des Röt und Wellenkalkes.

Aus: Kraus, Wissenschaftliche Bemerkungen zu Amerikaner-Pflanzungen usw.

I. Im Röt.

Am Roten Berg bei Gambach, der Landstraße entlang.

1. Erster Weinberg an der Station	Spuren
2. Weinberg Bayer	3,87
3. Weinberg Gehrig	4,66
4. Unter dem Pfad nach Gambach	7,05

Weinberge in verschiedener Höhe des Roten Bergs.

1. An der Landstraße rechts vom Steinbruch des Herrn Wintrich	4,91
2. Im Niveau des Voltziensandsteins auf halber Berghöhe	6,13
3. Weinberg darüber	10,06
4. Oberster Weinberg gegen den Leitewald	9,20
5. Letzter gegen den Wellendolomit des Krainbergs	21,70

Thüngersheim von der Ebene gegen den Neuenberg.

1. In der Ebene gegen den Wald ansteigend zunächst Spuren
2. Letzter Weinberg im Röt am Fuße des Neuenbergs 7,40
3. Die Weinberge am Neuenberg selbst liegen auf Wellenkalk und zeigen der erste Weinberg, neben Nr. 2 36,59
der dritte Weinberg 20,80

II. Im Wellenkalk am Kalbenstein.

An der Landstraße um die Gambacher Steige.

1. Rechts von der Steige 35,23
2. Links vom Felssturz 16—17 %
2. Unter dem Felssturz 19,20
4. Am Falkengraben 21,93

Übereinanderliegende Weinberge am Felssturz, von unten nach oben.

1. An der Landstraße 20,80
2. Zweiter Weinberg 31,82
3. Dritter Weinberg 39,43
4. Vierter Weinberg 48,64
5. Fünfter Weinberg 47,96
6. Siebenter Weinberg 48,86
7. Achter (oberster) Weinberg 45,45

Am Ravensberg bei Veitshöchheim.

1. Junger Weinberg an der Landstraße 40,23
2. Ein älterer Weinberg an der Landstraße 36,48
3. Oberes Ende desselben Weinberg (36 m von 2) 41,82
4. Der über 2. und 3. liegende Weinberg 43,98

An der Landstraße unter der Karlsburg.

1. Weinberg direkt unter der Ruine 15,45
2. Weinberg 30 m weiter gegen Nordwesten 50,00
3. Weinberg 60 m weiter entfernt von 1. 49,77
4. Weinberg 230 m von 1. 38,19

1. Wenn es auch richtig ist, daß im Röt fast kalkfreie Böden existieren, so können dieselben doch auch so kalkreich werden, daß sie geradezu als Kalkböden angesprochen werden müssen.

Nach den Erfahrungen am Roten Berg wie in Thüngersheim steigt im allgemeinen der Kalkgehalt mit der Annäherung des Geländes an den Wellendolomit.

2. Im Wellenkalkgebiet habe ich weniger Kalk als 15 % nicht gefunden, gewöhnlich bewegen sich die Mengen zwischen 20—30—40—50 %.

Die vorstehende Tabelle zeigt also, daß unsere Weinbergsböden am Kalbenstein ganz denselben Kalkgehalt haben wie der Naturboden, auf dem unsere Kalkflora steht.

Analysen des Wildbodens.

1. Maingestell Steilweg.

- a) Am Fuße desselben, unterster Wellenkalk, Pseudokonglomeratisch, die hauptsächlichste Flora: *Teucrium montanum* und *Chamaedrys*, *Helianthemum canum* und *polifolium*, *Lactuca perennis*, *Libanotis*, *Hippocrepis*, *Pulsatilla*, *Linum tenuifolium*, *Potentilla cinerea* und *verna*, *Centaurea Scabiosa*, wenige *Sesleria* — von Sträuchern *Rosa pimpinellifolia*, *Berberis*, *Viburnum Lantana*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa*.

Das verwitterte Bindemittel enthält 36,02 %

- b) Wenige Meter höher (an der Treppe) das Bindemittel der dunkelbraunen konglomeratischen Knollen, verwittert 35,79 %

- c) In $\frac{1}{3}$ der Höhe, unmittelbar unter der unteren Terebratelbank, verwitterter papierdünner Schiefer 34,54 %

2. Burgweg in Mühlbach, echter Wellenkalk, verwitterter Boden zwischen den Wellenplatten. Speziell *Teucrium Chamaedrys*, *Anthemis tinctoria*, in der Nähe *Calamintha officinalis*, darüber *Sisymbrium austriacum*, *Acer monspessulanum*.

- a) Unmittelbar über den Häusern 32,39 %

- b) In $\frac{1}{3}$ der Höhe des Wegs Erde auffallend gelblicher 26,25 %

- c) Gegen die Höhe, rein perlgrauer Boden 42,96 %

Hier *Chamaedrys*, *Melica*, *Helianthemum vulgare*, *Lactuca perennis*

3. Zwischen Neuberg I und II im Tal echter Wellenkalk, zwischen den Platten, grauer Boden 39,54 %

Etwas höher, über den Weinbergen 48,86 %

Auf der Höhe 33,18 %

4. Am Ravensberg zwischen der Terebratelbank, Nähe der *Hutchinsia petraea* 39,77 %

5. Im Mergel der untersten Schaumkalkbank, im Höllengraben 25,57 %

6. Zwischen den Schaumkalkbänken, auf Neuberg III, nanistische (aciphyllode) Rosen, *Teucrium montanum*, beide charakteristisch daselbst 39,09 %

7. Auf Neuberg II gegen I hin, Myophorien massenhaft ausgewittert, fast reine offene Bestände von *Teucrium montanum*, Boden hellgrau, sehr zäh 57,61 %
8. Auf Neuberg III, gegen den Maingestellgraben, über der obersten Schaumkalkbank, *Koeleria*, *Rosa rubig. apricorum* und *graveolens calcarea* 21,25 %
9. Homburg o. Wern, Plateau hinter der Ruine, grauer Boden, auffallend *Juniperus*, sonst *Carex humilis*, *Pulsatilla*, *Lin. tenuif.*, *Poterium*, *Thymus*, *Cotoneaster*, *Hippocrepis*, *Helianthemum vulgare*, ganz selten *Hel. polifolium* (kein *canum*), in der Nähe, etwas tiefer, *Thaspi montanum* 52,28 %
10. Ebenda, Mergel über der obersten Schaumkalkbank, Boden gelblich 44,89 %
11. Unter dem Saupürzel, auf der Landwehr, gegen die Gössenheimer Straße, Zwergvegetation der *Potentillae* und *Helianthema*, *Euphorbia Gerardiana*, *Gnaphalium dioicum* 30,91 %

2. Etwas vom Verwitterungsprozeß.

Beim Verwitterungsprozeß finden bekanntlich zwei verschiedene Vorgänge statt, von denen der eine chemischer, der andere physikalischer Natur ist.

Der erstere führt eine Zersetzung des Gesteins herbei, und er vollzieht sich bei uns in erster Linie durch die lösende Tätigkeit kohlensäurehaltigen meteorischen Wassers.

Hand in Hand mit dieser chemischen Zersetzung geht der physikalische Vorgang, der Zerfall des Gesteins. Bei diesem Prozeß ist gleichfalls das Wasser tätig, aber nicht bloß in seiner lösenden Wirkung, sondern auch durch seine Sprengwirkung bei Frost und Auftauen. Wohl sind auch Volumänderungen des Gesteins bei starker Erhitzung in der Sonne nicht zu unterschätzen.

Es ist nicht unsere Aufgabe, den Verwitterungsvorgang in seinen Ursachen näher zu untersuchen, nur was zum vollen Verständnis unserer Frage dient, soll erörtert werden, hier zumal nur der chemische Teil, die Zersetzung ins Auge gefaßt werden, vom Verfall soll später die Rede sein.

Was seiner Zeit E. Wolff für die Zersetzung vom württembergischen Muschelkalk festgestellt hat, daß dieselbe wesentlich in einer Auslaugung des Kalziumkarbonats besteht, während das Magnesiumkarbonat, weniger angegriffen, zunächst eine prozentische Anreicherung erfährt, haben spätere Analysen von Hilter-

mann für den Würzburger Wellen- und Schaumkalk bestätigt, und ist heute ein allgemeiner Satz der Bodenkunde: „Die Verwitterung der Kalksteine besteht wesentlich in einer Lösung und Wegführung des Kalkes, nur schwerer angreifbare Beimischungen bleiben zurück“ (Ramann, S. 84). Und: „Bei der Verwitterung wird aus dolomitischen Kalken zuerst ganz überwiegend kohlen-saurer Kalk gelöst und weggeführt, der Dolomit selbst wird später ebenfalls allmählich gelöst, jedoch viel schwieriger als Kalkspat“ (ebenda, S. 85).

Auf meinem Gebiete kann man natürlich an den verschiedensten Stellen und in allerlei Niveaus des Wellenkalkes Gesteine finden, die in Verwitterung begriffen, jüngere und ältere Stadien des Vorganges zeigen. Die Zersetzung der harten Bänke, wie die Terebratelbänke, insbesondere aber die Schaumkalkbänke, kommen begreiflicherweise für uns nicht in Frage. Sie verwittern so langsam, daß das Verwitterungsprodukt ebenso schnell fortgeführt wird und demnach nennenswerte Mengen Erdboden gar nicht gebildet werden. Von anderen Wellenkalkgesteinen, wie Dolomit, Wellenkalk, Mergelschiefer habe ich dagegen Analysen fortschreitender Verwitterungsprodukte gemacht, die das oben vom Kalziumkarbonat gesagte, wie zu erwarten war, bestätigen, aber den Prozeß in seinem Gang schöner zeigen, als er mir aus der Literatur bekannt ist.

1. Im untersten Wellenkalk, an der Basis des Steilweges links vom Maingestellgraben, ist das Gestein wulstig plattenförmig abgesondert, die einzelnen Stellen bis Zentimeter dick (a), diese Platten werden nach und nach immer dünner, selbst papierdünn, ausschließlich reine feine Erde (b)

a	b
natürliches Gestein = 69,88 %.	fast bis zu Erde verwittert = 17,84 %.

2. Ebenda, im unteren Drittel des Steilweges besteht der Wellenkalk (unterhalb der Terebratelbänke) aus rundlichen dunkel-blauen erbsen- bis nußgroßen harten Knollen, die durch einen erdigen hellen Kalkstein verbunden sind, dieses Bindemittel (a) verwittert langsam zu feiner auf der Oberfläche der blauen Geröllstücke haftenden Erde (b)

a	b
das erdige Bindemittel un- verändert = 75,91 %.	zu Erde verwittert dasselbe = 45,45 %

3. Am Falkengraben liegt unmittelbar über der anstehenden Terebratelbank ein geradschiefriger Wellenkalk, der bei der Verwitterung zunächst in pfenniggroße und -dicke Schüppchen (a) zerfällt und schließlich feine Erde wird (b)

a	b
halbverwittert = 33,41 %.	Feinerde = 25,91.

4. Am Burgweg bei Mühlbach findet sich unter der untersten Schaumkalkbank Wellenkalk, der aus sehr hartem dunkelblaugrauen Schiefer besteht (a), der zu einer zähen gelben Erde verwittert (b)

a	b
das Gestein = 85,45 %.	dasselbe zu Erde verwittert
	= 9,66 %.

5. Mergelschiefer unmittelbar der obersten Schaumkalkbank, auf dem Kalbenstein, aufliegend. Die Schieferstücke sind im unverwitterten Zustande 0,5 cm dick (a); bei der Verwitterung werden sie zunächst zu gewöhnlich zentimetergroßen papierdünnen Schüppchen (b) und schließlich zu völliger Feinerde (c)

a	b	c
Gestein = 73,29 %.	halbverwittert	Boden = 31,93 %.
	= 69,65 %.	

6. Am Ravensberg findet sich 1 m über dem gelben Wellendolomit ein ziemlich weicher feinkörniger Schiefer, in Platten von etwa 2 cm Stärke abgesondert. Dieser Schiefer schneidet sich fast talkartig (a). Er verwittert nach und nach zu papierdünnen gelblichen Stückchen (b), aus denen schließlich reine Feinerde (c) entsteht:

a	b	c
unveränderter Schiefer	halbverwittert	Feinerde = 44,77 %.
= 61,18 %.	= 60,34 %.	

Auf natürlichem Wege wird diese fortschreitende Entkalkung, wie es scheint, nicht unterbrochen. An sich ließe sich denken, daß aus unsern so stark kalkhaltigen Steinen schließlich ein völlig kalkfreier Boden werden könnte. Ob dies im Laufe der Zeit wirklich eintritt, ob die chemische Konstitution den Gesteinen diesen Vorgang gestattet, müßte im einzelnen Falle geprüft werden. Es sind aber auch äußere Umstände vorhanden, welche der Bildung eines kalkfreien Bodens entgegenstehen können. Die noch nicht zersetzten, überall vorhandenen Gesteine sind ja eine nie versiegende Quelle für die Zufuhr von Kalk aus der Nachbarschaft und Wasser wie Wind, die nie versagenden verfrachtenden Faktoren.

Sicher ist: dasselbe Gestein liefert in den verschiedenen Stadien, je nach der Dauer des Prozesses, nach und nach Böden des verschiedensten Kalkgehaltes, die ganze Skala von über 50% bis herunter zu wenigen Prozenten. Alle diese Böden resp. Stadien der Verwitterung, sind für unsere Pflanzen bewohnbar, wenn auch von verschiedenen Pflanzen nachweislich in verschiedenem Grade beliebt. Es mag schon hier darauf hingewiesen werden, daß auf diese Weise jede Pflanzenform einen passenden — optimalen — Kalkgehalt — wenn es einen solchen gibt — zu finden imstande ist. Hätte ihn aber eine Pflanze in Besitz genommen, so würde er kein dauernder Ruheplatz für sie sein. Mit dem unablässig fortschreitenden Verwitterungsvorgang verändert sich weiter der Kalkgehalt. Derselbe Boden kann zum passenden Aufenthalt einer anderen Pflanzenform werden. Man darf gewiß annehmen, daß auf diese Art auf kleinstem Raum eine fortwährende Verschiebung, Wanderung, Verdrängung stattfindet, der Wettbewerb der Pflanzen so ermöglicht wird.

Eine notwendige Folge der Abnahme des Karbonats ist es, daß das prozentische Verhältnis der zurückbleibenden Bodenkonstituenten sich völlig ändern muß. Einmal trifft dieses das Verhältnis der Massenbestandteile, ich meine Sand und Ton. Diese nehmen relativ bedeutend zu, aus dem Kalkboden kann Mergel-, Ton- und Sandboden werden, und wie die ganze Reihe der Unterbodenformen, welche für die Bedürfnisse der Landwirtschaft geschaffen worden, alle heißen.

Aber nicht bloß die chemisch neutralen (Ton- und Kiesel-erde), auch die für die Pflanze direkt als „Nährstoffe“ bezeichneten Elemente erfahren eine tiefgehende prozentische Änderung. An erster Stelle gilt dies bei uns für das Magnesium.

Es ist schon oben darauf hingewiesen, daß bei der Zersetzung der Kalksteine zunächst nur der kohlensaure Kalk und erst später auch kohlensaure Magnesia gelöst und fortgeführt würden.

Diese Tatsache hat bereits E. Wolff in der erwähnten Arbeit festgestellt. So enthielt nach ihm

der Hauptmuschelkalk (I, 77)	Kalziumkarbonat	77,907
	Magnesiumkarbonat	16,593
bei der Verwitterung entstandener Erde dagegen	Kalziumkarbonat	47,752
	Magnesiumkarbonat	34,949

Für den Wellenkalk bei uns fand Hiltermann (Hilger II, 158 ff.)

	Im Gestein	In der Erde
Kalziumkarbonat	82,523	0,972
Magnesiumkarbonat	0,781	5,178

Die kohlensaure Magnesia ist also in der Verwitterungserde prozentisch viel reichlicher vorhanden als im Muttergestein; doch ändert sich, da auch die Magnesia nach und nach ausgelaugt wird, das prozentische Verhältnis weiter und bleibt nicht konstant.

Dieses Verhalten der Magnesia verdient nach dem was man bis jetzt über dieses Element weiß, unsere Aufmerksamkeit. Das Magnesium ist, seitdem seine Beteiligung an der Chlorophyllkonstitution erkannt worden, ein hochwichtiges Element und bekanntlich sind Untersuchungen desselben nach den verschiedensten Richtungen im Gange.

3. Mischung der Böden.

Wir haben bisher den Kalkgehalt des natürlichen verwitterten Bodens, des Wellenkalkgesteins, und ein nicht bloß seiner Entstehung, sondern auch seiner Zusammensetzung nach total verschiedenen Boden, den Löß, kennen gelernt.

Der Kalkgehalt dieser natürlichen Konstituenten des Bodens unseres Gebietes durchläuft an sich schon eine Skala von allen möglichen Stärken von 0—80% in denkbar feinsten Übergängen.

Die Herstellung verschiedenen Karbonatgehaltes und weitere Vermannigfaltigung wird an bestimmten Stellen durch Mischung dieser beiden primären Böden noch weiter durchgeführt: Der Löß stellt bei uns den kalkfreien Mischungsteil, der Wellenkalkboden den Kalklieferanten dar. Durch Mischung von Kalkboden zum Löß wird dieser kalkreicher, der Kalkboden aber durch Zumischung von Löß prozentisch kalkärmer; den ersteren Fall haben wir schon bei der Betrachtung des Löß erörtert.

Aber auch der zweite Fall kommt in bemerkenswerter Weise vor, wenn vom Plateau Löß den Hang hinab gelangt und der Kalkboden verändert wird. Oben am Rande des Plateaus ist die Zumischung am stärksten, nach unten nimmt sie sukzessive ab. Diese Zumischung von Löß zeigt sich schon in der Färbung des Bodens, ganz wesentlich aber in der entsprechenden prozentischen Teilnahme des Karbonats.

Die Analysentabelle einer Anzahl solcher Fälle zeigt das Nähere.

Natürlich erfährt nicht bloß der Kalkgehalt eine Veränderung, auch sonst muß sich chemisch und physikalisch ein solcher Mischboden von dem gleich kalkprozentigen Naturboden wesentlich unterscheiden. Doch habe ich diese Veränderung nicht verfolgen können.

Eine interessante Erscheinung, jedoch ganz lokaler Natur und an Bedeutung mit dem Vorhergehenden nicht zu vergleichen, ist, daß auch der Zellendolomit oder Zellenkalk an der Herstellung eines Mischbodens bei uns teilnehmen kann. Besonders auf dem Plateau des Maingestells II liegen zerstreut einzelne verwitternde Zellendolomitblöcke verschiedener Größe (Länge ca. 1 m) von der bekannten unregelmäßigen Gestalt (vgl. das Bild).

Die Füllmasse der „Zellen“ ist verwittert, pulverig und von ganz auffallend gelbbrauner Farbe. Der Verwitterungsboden um die Blöcke herum und die ganze Umgebung ist auffallend in ähnlicher Weise gefärbt wie der Zellinhalt, von der Lößfärbung verschieden, unverwechselbar. Der Boden ist von entschieden geringerem Kalkgehalt als die weitere Umgebung. Ich zweifle nicht, daß in diesem Falle der Boden seine Eigentümlichkeit durch verwitterten Zellendolomit erhalten hat. Die gelbe, verwitterte Erde aus den „Zellen“ enthielt in einem Falle 2,84 % Karbonat. Die um die Blöcke herumliegende Erde des Plateaus hatte 5,11 %, wo die Färbung aufhörte, war der Boden hochprozentig.

Analytische Belege hierzu in Beispielen.

1. Das Plateau auf dem Maingestell ist über dem Schaumkalk mit Löß bedeckt. Steigt man über den Rand den Hang hinab, so kommen alsbald verschiedene Exemplare von *Stipa capillata*, darunter beginnt eine große reguläre Seslerialhalde, die die oberen zwei Drittel des Hanges einnimmt und über dem echten Wellenkalk mit seinen Brachiopodenbänken liegt.

Hier zeigt sich deutlich an der Färbung des Bodens wie am Karbonatgehalt, daß vom Löß des Plateaus über den Rand auf den Hang abgeschwemmt sein und eine Mischung stattgefunden haben muß.

1. Der tiefbraune Löß des Plateaus enthält 2,84 % Karbonat.
2. Die Erde bei der *Stipa*, wenige Schritte vom Rand des Plateaus 20,45 %.

3. Die Erde der tieferliegenden Seslerien oben 26,70 %.
4. Im untersten Teil der Seslerienhalde fand ich 50 %.
2. Eine ganz gleiche Erscheinung zeigt sich auf dem II. Teil des Maingestells, dem Teil, der durch den Falkengraben vom Kalbenstein getrennt wird. Auch dort ist auf dem Hang an der Einziehung zwischen Maingestell I und II Sesleriahalde.

- Diese zeigt unten grauen Boden mit 46,59 %.
- 15 Schritte in die Höhe ist der Boden mehr bräunlich und hat 32,38 %.
 - 12 weitere Schritte gegen das Plateau ist der Boden lederbraun mit 11,37 %.

3. Auf dem Kalbenstein, unmittelbar am Falkengraben liegen oben auf dem Plateau hinter den Kiefern Lößäcker (Kartoffeln, Getreide, Linsen). Der Löß ist auf dem Abhang gegen den Felssturz (Mainseite) abgeschwemmt und mit dem Kalkboden vermischt, der Boden ist oben braun und nimmt gegen den Hang immer mehr graue Farbe an.

1. Der Boden des nächstliegenden Lößackers ist braun und zeigt 5,09 %.
2. Zwischen den Äckern und dem stärker geneigten Hang findet sich fast noch ebenliegend Ovina-Rasen mit *Salvia*, *Thymus*, *Plantago* usw. In 4 m Entfernung vom Acker, Boden bräunlich mit 6,25 %.
3. In 8 m Entfernung von den Äckern, wo die Kalklabiaten z. T. auftreten, Boden gelblich 9,09 %.
4. In 14 m Entfernung, Boden grau, mit *Stipa*, *Sesleria*, *Festuca glauca* 60,23 %.

4. Die Tafel VIII, Fig. 2 (Heft 8), zeigt eine Stelle am Falkengraben, wo in gleicher Weise, wie im vorhergehenden Fall, eine Abschwemmung von Berglöß den Hang hinab angenommen werden muß. Unter den dortigen Kiefern befinden sich bis an den Waldrand und darüber *Brachypodien*-Rasen. Dem folgt abwärts ein großer Bestand von *Stipa capillata* (die obere dunklere Stelle), die hellere Stelle des Bildes ist in der Natur von *Seslerien* und *Festuca glauca* eingenommen; die zweite dunklere Stelle bezeichnet einen zweiten großen *Capillatabestand*. Die Entfernung von den *Brachypodien* bis zum unteren *Capillatabestand* maß ich an einer Stelle zu 22 m.

Die Kalkverhältnisse sind:	Brachypodien	2,27 ‰,
	obere Stipa	11,6 ‰,
	Sesleriastelle	28,41 ‰,
	Glaucastelle	29,54 ‰,
	untere Stipa	32,4 ‰.

4. Verschiedenheit des Karbonatgehalts auf kleinstem Raum.

1. An der Gössenheimer Straße hinter dem Felsenkeller befindet sich auf älterem Wellenkalk die gewöhnliche Zwergvegetation. An einer Stelle befand sich *Pilosella* und radiär von demselben nach vier Richtungen (ungefähr kreuzweise), jedesmal 20 cm vom Stocke der *Pilosella* entfernt, *Pilosella*, *Helianthemum canum*, *H. polifolium* und *Brunella grandiflora*. Der Karbonatgehalt war folgender:

<i>Pilosella</i>		<i>H. canum</i>
27,27		17,96
	<i>Pilosella</i>	
	22,84	
<i>Brunella</i>		<i>polifolium</i>
25,69		40,00

2. Auf dem Neuberg I, im Gebiete des Mergelschiefer, zeigt eine *Pilosella* 15,91 ‰ Karbonat, *Festuca ovina* 1 m entfernt 37,07 ‰.

3. Ebenda an einer geneigten Stelle etwas höher stehend *Teucrium montanum* 48,64 ‰, in der Senkung eine *Pilosella* 26,14 ‰.

4. Am Steigbild, in einer kesselförmigen Vertiefung, auf einer niedrigen (75 cm) Wellenkalkmauer, am Rande wachsend, *Teucrium montanum* 32,62 ‰, unmittelbar darunter am Fuße der Mauer eine *Pilosella* 22,77 ‰.

5. Retzbach, Benediktushöhe, ein kleiner steiniger Hügel mit *Melicabeständen*, diese 51,14 ‰; auf der anderen Seite des Hügels, 5 m Entfernung, *Brachypodium* 28,41 ‰.

6. Bad Kösen in der Nähe des Gradierhauses. Boden von *Ischaemum* 3,86 ‰; 2 m davon Boden von *Melica ciliata* 48,64 ‰.

5. Karbonatgehalt in verschiedener Bodentiefe.

Wenn wir im bisherigen vom gewachsenen Wellenkalkboden und seinem Karbonatgehalt gesprochen haben, war damit die Erde gemeint, in welcher die Staudenwurzeln zumeist verbreitet sind,

die in unserm Wildboden gewöhnlich nur 5—15 oder 20 cm tief ist und die das darstellt, was in der Bodenkunde der „Obergrund“ des „Bodenprofils“ heißt.

Bekanntermaßen gehen aber unter Umständen, die gewiß nicht zufällig sind, sondern Bedeutung haben, einzelne Wurzeln viel tiefer, ja metertief abwärts und geraten damit in den sog. „Untergrund“. Dieser Untergrund ist wie beim Kultur- so auch beim Naturboden vom Obergrund ev. chemisch und physikalisch total verschieden. In solchen Fällen genügt, wenn man den ganzen Nährboden einer Pflanze kennen will, die besagte Analyse nicht, sondern muß die Karbonatbestimmung auch in tieferen Schichten des Profils ausgeführt werden.

Es wird an anderer Stelle ausführlicher auf das Bodenprofil und seine Bedeutung zurückzukommen sein, hier soll nur an ein paar Beispielen gezeigt werden, daß die höheren und tieferen Schichten des Bodens in ihrem Karbonatgehalt weit differieren können. Diese Differenz ist für die Erklärung verschiedener auffallender Vorkommnisse von größter Bedeutung.

1. Auf dem Neuberg I, im Gebiete des Mergelschiefers, wachsen unter der gewöhnlichen Plateauvegetation *Pilosella* und *Teucrium montanum* ganz nahe beisammen. Der Boden besteht aus verwittertem Mergelschiefer, der in geringer Tiefe allmählich in unverwitterten Schiefer übergeht.

Die Wurzeln der *Pilosella* gehen 12 cm tief; bis zu dieser Stelle ist der Boden gelblich und hat 17,52 % Karbonat. Die Wurzeln von *Teucrium* gehen tiefer, zumeist in den mehr grauen Boden (von 13 cm Tiefe ab) und selbst zwischen die unzersetzten Schieferplatten; der Boden dieser Pflanze in 15 cm Tiefe enthält 44,32 % Karbonat.

2. An der Gössenheimer Straße, hinter dem Felsenkeller, mit gewöhnlicher Wellenkalkvegetation, gleichfalls im Mergelschiefergebiet:

- a) In der oberflächlichen Bodenschicht (10—15 cm Tiefe) enthält der graue Boden 19,66 % Karbonat.
- b) In 80 cm Tiefe unter der Oberfläche finden sich noch zahlreiche Wurzeln der Pflanzen, zwischen dem Schiefer, der messerrückendicke Verwitterungserde zwischen sich hat. Diese Erde enthält 31,02 % Karbonat.

3. Auf dem Neuberg III liegt auf Mergelschiefer, der selbst unmittelbar von der Myophorienplatte bedeckt war (die in nächster

Nähe noch freiliegend sind), eine 12—15 cm starke Lößschicht (a). Die Pflanzenwurzeln des Löß gehen tief in die Mergelschicht zwischen deren Platten. Zwischen den Platten (b) liegt eine karton-dicke Verwitterungsschicht derselben (c). Canum-Wurzeln habe ich bis 1 m tief in dieses Gestein verfolgt. — Die Schiefer haben sehr starke Wurzelabdrücke.

Karbonatverhältnisse: a) Löß = 2,16 %,
b) Platten = 77,82 %,
c) Plattenerde = 2,0 %.

4. Auf dem Maingestell(I)plateau, an einem frischen, durch Schaumkalkgewinnung hervorgerufenem Bruch, zeigt sich eine 10 cm starke tiefbraune Lößschicht, unter derselben in 20 cm Tiefe gelbliche Erde mit viel Steinen, in 45 cm ist der Boden steiniger und in 1 m befindet sich Schiefer mit dünnen Erdezzwischenlagen. Bis in diese Tiefe von 1 m sind die Wurzeln der Stauden unschwer zu verfolgen. Die Karbonatverhältnisse sind folgende:

a) Löß = 3,18 %,
b) Boden in 20 cm = 15,34 %,
c) „ in 45 cm = 25,22 %,
d) „ in 1 m = 35,56 %.

5. Ebenda, an anderer Stelle, Zwergflora aus *Helianthemum canum*, *Teucrium Chamaedrys*, *Potentilla cinerea*, *Carex humilis*, *Thymus* usw. bestehend in braungefärbtem Löß. Die Wurzeln von Canum z. B. sind noch bei 75 cm unter der Oberfläche im hellgelben lehmartigen Boden zwischen dem Schiefer zu finden.

Löß: 1,13 % Karbonat. Schiefererde 55,57 % Karbonat.

6. Ebenda, gegen den Maingestellgraben, durch Steinbrechen frisch geöffneter Querschnitt (12. März 1905).

Die Krume (a) besteht aus 22—23 cm mächtiger Lößschicht; darunter 80 cm dünner, oft papierdünnere Mergelschiefer (b und c), der auf der obersten Schaumkalkbank aufliegt.

Analysiert wurde

a) die Lößschicht in 10 cm Tiefe unter der Oberfläche
= 16,82 % Karbonat;
b) die Schiefererde, 42 cm unter der Oberfläche, wo sich
noch Wurzeln befanden, = 30,46 % Karbonat;
c) die Schiefererde, unter dem Löß direkt gelegen, ergab
= 29,66 % Karbonat.

7. Ungefähr 100 Schritte von vorigem Orte, wo die gleichen Verhältnisse herrschen, die Lößschicht aber nur 10 cm stark ist,

befanden sich in 95 cm Tiefe noch Wurzeln von Zwergpflanzen (der bekannten Art).

Die dünne Erdschicht zwischen dem Schiefer enthält

33,52 % Karbonat.

8. 100 Schritte von der großen Buche am Bildstock und Waldrand, rechts vom Wege, mit der üblichen Krainbergvegetation, an der Grenze des Röt liegt 20—30 cm stark grauer Boden, unter dem roter Boden liegt; die Hauptmasse der Wurzeln finden sich in ersterem.

Der graue obere Boden enthält

35,00 % Karbonat,

der rote untere Boden

7,38 % „

9. Auf dem Steigbild, gegen den Rehnitz, findet sich in dichterem geschlossenem Wuchs und mit ihren Wurzeln sich verfolgend eine Pflanzendecke von *Teucrium montanum*, *Carex humilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Thymus*, *Potentilla cinerea*, *Helianthemum polifolium*, *Festuca ovina* usw.

Das Bodenprofil zeigt oben eine lößartige Krume mit feinsten Kalkkörnchen (a), 10—15 cm stark, darunter Mergelerde (b) mit reichlichen zwischenliegenden Schieferstücken (c).

Karbonatgehalt:

a)	b)	c)
Krume	Untergrund	Schiefer
26,07 %	46,59 %	59,54 %

10. In der Nähe der vorigen Stelle, an der neben den oben genannten Pflanzen auch *Linum tenuifolium*, *Euphorbia Gerardiana*, *Helianthemum canum* wächst, hatte der etwas humos aussehende Boden 40,11 % Karbonat; in diesem Boden fanden sich Schiefertrümmer, den Wurzeln zugänglich, mit 59,40 % Karbonat.

6. Karbonatgehalt der Böden einzelner Pflanzen.

Die Untersuchungen, welche ich hier anstellte, galten den Kalkpflanzen, aber nicht etwa im Gegensatz zu „Kieselpflanzen“, sondern der Frage, ob die verschiedenen Kalkpflanzen auf einem bestimmten Kalkgehalt angepaßt seien.

Die Beobachtung im Freien zeigt freilich sehr bald, daß man ein und dieselbe Pflanze in ganz verschiedenen Wellenkalkniveaus finden kann. So ist z. B. *Sesleria* — abgesehen von ihrem Normalaufenthalt auf der Halde — am Krainbergfuß im Niveau des Dolomits, auf dem Krainberg selber von unten bis auf den Gipfel in allen Teilen des Wellenkalks sensu strictiori, auf dem hohen

Kalbenstein in den Mergeln zwischen und über den Schaumkalkbänken überall in gleich guter Entwicklung zu finden. Am Steilweg des Maingestellgrabens, auf dem man von unten nach oben über alle Schichten unserer Unterformation kommt, gedeihen die beiden *Helianthema*, *Teucrium montanum* und *Chamaedrys*, *Potentilla cinerea*, *Hippocrepis* u. a. überall gleich gut.

Auch das gesellige Zusammenwachsen aller dieser schönen Pflanzen und das Verflechten ihrer Wurzeln zu unentwirrbaren Massen an ein und derselben Stelle spricht nicht dafür, daß die Pflanzen an ganz bestimmte Kalkprocente angepaßt wären. Freilich nur dann, wenn man annimmt, daß der Wildboden auf große Strecken prozentisch gleich zusammengesetzt ist. Nachdem ich aber das gerade Gegenteil gefunden hatte, daß an jedem Ort auf kleinem Raum alle möglichen Kalkgehalte vorhanden sein können, sind diese Beobachtungen kein Gegenbeweis mehr, gegen prozentuale Anpassung der Arten.

Zur Entscheidung in der Sache wählte ich die besten Charakterpflanzen des Wellenkalks und im Vergleich dazu auch solche, die auf Sand-, Ton- usw., also nicht Kalkboden vorkommen. In erster Linie Gräser: *Melica*, *Stipa*, *Sesleria*, *Festuca glauca* gegenüber *Koeleria* und *Brachypodium*. Von charakteristischen Stauden *Helianthemum canum* und *polifolium*, *Teucrium montanum*, *Brunella grandiflora* gegenüber *Pilosella*.

Überall galt als maßgebender Boden der Wurzelballen. Daß eine einzelne Wurzel einer Pflanze aus der Gesamtmasse des Ballens weit abirren und seitwärts oder in die Tiefe gehen kann — stellt eine eventuelle Fehlerquelle dar.

Daß ich in allen Fällen nur die Feinerde (0,5 mm Sieb) zur Analyse verwendete, wird, wenn auch als eine mögliche Fehlerquelle, jeder als eine notwendige Beschränkung verstehen, der einmal in diesen Dingen zu arbeiten versucht hat.

Die einzig mögliche Sicherung der Resultate gibt die wohl überlegte Auswahl der Pflanze an jeder einzelnen Stelle. Daß nur normal entwickelte Pflanzen (nicht z. B. Zwerge) gewählt wurden, versteht sich von selbst.

Von den zur Entscheidung bestimmten obengenannten Pflanzen habe ich nach Tunlichkeit eine größere Anzahl von Wurzelballenanalysen möglichst differenter Standorte ausgeführt. Soviel, daß sie, glaube ich, zu den gezogenen Schlüssen ausreichen. Mehr selber zu leisten war mir nicht möglich. In der Literatur aber habe ich nicht die geringste Vorarbeit. Vorfindliche Angaben,

die etwa an unser Thema anklingen, sind bei näherer Betrachtung völlig unbrauchbar.

Die von Contjean (z. B. Magnin, Lyon. S. 301 und 346; Drude, Pfl.-Geogr. Deutschl., S. 379) gemachten Gruppierungen der Kalkpflanzen in C—CC und CCC sind natürlich nur auf augenscheinliche Abschätzungen gemacht, und wollen ja auch gar keine zahlenmäßige Angaben sein.

Die prozentischen Angaben, die Aug. Schultz in seiner Flora von Halle macht, sind, wie aus seinen Tabellen ohne weiteres ersichtlich ist, nicht für einzelne Pflanzen eruiert und sie stellen auch nicht Kalkprocente des Bodens, sondern der Muttergesteine desselben dar. Auf Kalkboden aber ist zwischen diesem und dem des Kalkgesteins ein himmelweiter Unterschied.

Von den maßgebend sein sollenden Pflanzen habe ich die gefundenen Kalkprocente nach Dekaden übersichtlich zusammengestellt.

Als allgemeines Resultat ergibt sich daraus:

1. Keine der untersuchten Pflanzen kommt ausschließlich auf einem Boden von annähernd gleichem Kalkgehalt vor; bei allen schwanken die Kalkgehalte in sehr weiten Grenzen;

2. Jedoch läßt sich deutlich ersehen, daß die einen mehr hochprozentige, die anderen niederprozentige Böden bevorzugen.

Man halte nur *Festuca glauca*, *Teucrium montanum* und *Melica ciliata* gegen *Brachypodium*, *Koeleria* und *Pilosella*!

Hat nun dieser höhere oder niedere Prozentgehalt des Bodens tatsächlich Bedeutung? Wird durch die chemischen Eigenschaften des Kalkes das Leben des Pflanzenkörpers selbst oder werden die Vorgänge im Boden in ein und dem anderen Falle eigentümlich beeinflusst? Und dadurch die Existenz der Pflanze an ihrem Standort bestimmt?

Die Möglichkeit einer derartigen Wirkung des Kalkes ist gewiß nicht zu bestreiten; gewiß aber auch, daß über die möglichen Wirkungen im Speziellen die Literatur nur vage Vermutungen an die Hand gibt. Vgl. des Näheren im Kapitel „Heterotopie“.

In dieser Richtung haben die vorstehenden Untersuchungen eine Klärung zu bringen nicht vermocht; aber in anderer sind dieselben sehr bedeutungsvoll geworden. Es ist durch sie zum ersten Male dargethan worden, daß unsere Pflanzen Böden von jedem Kalkgehalt bewohnen und daß es — auf kleinstem Raum —

der mannigfaltigsten Stärke gibt. Ein ganz hervorragendes mittelbares Verdienst gebührt denselben deshalb, daß sie mich gezwungen haben, die Physik des Bodens einmal in Angriff zu nehmen, und auf einen Weg drängten, der noch nie betreten wurde, und von dem ich annehmen darf, daß er zu einer exakten Behandlung des Standorts die Grundlage hergibt.

Zusammenfassung der gefundenen Prozente der Pflanzen nach Dekaden.

Pflanzen	1. 1—10 %	2. 10—20 %	3. 20—30 %	4. 30—40 %	5. 40—50 %	6. 50—60 %	7. über 60 %	Anzahl der Analysen
<i>F. glauca</i>	—	—	1	1	2	1	1	6
<i>Melica</i>	—	—	2	1	3	1	1	8
<i>Sesleria</i>	—	2	2	3	2	1	1	11
<i>Stipa</i>	3	2	1	1	1	—	—	8
<i>Brachypodium</i> . .	3	2	2	2	2	—	—	11
<i>Koeleria</i>	4	2	2	3	—	—	—	11
<i>Pilosella</i>	—	2	6	1	2	1	—	12
<i>Brunella</i>	—	—	5	3	1	1	—	10
<i>polifolium</i>	2	1	—	1	1	1	—	6
<i>canum</i>	1	1	—	—	1	1	—	4
<i>Teucrium mont.</i> .	—	1	1	6	3	7	2	22

Karbonatanalysen der einzelnen Pflanzen.

1. Gräser.

1. *Festuca glauca*.

- Bestände im Falkengraben, Maingestellseite, Boden mit Löß gemischt 28,41
- Bestände im Falkengraben, Kalbensteinseite 36,93
- Große Bestände auf dem Kalbensteinplateau, Region der obersten Schaumkalkbänke 46,59
- Im Falkengraben, mit *Stipa capillata* zusammen 48,29
- Felslehne am Krainberg, in der Nähe befindet sich *Sesleria* und *Carex humilis* 51,13
- Große schöne Bestände, Felslehne über dem Felssturz am hohen Kalbenstein 64,77

Vor dem Rosenholze fand ich am Hang gegen den Main einen kleinen mit *Sesleria* gemischten Bestand, dessen lößartigen Bodens Kalkgehalt ich zu 13,87% bestimmte.

Exemplare von Cröllwitz bei Halle hatten 2,84, solche von der Schurre im Harz 3,07%.

2. *Melica ciliata*.

1. Auf natürlichen Wellenkalkmauern am Burgweg bei Mühlbach	% 23,63
2. Wellenkalk am Krainberg, Südwesthang	25,91
3. Am Maingestell II, Absatz gegen den Main, auf der Seslerialhalde	32,95
4. Ein kleiner ganz mit <i>Melica</i> besetzter Hügel auf dem Plateau bei der Ruine Homburg o. Wern	43,87
5. Auf der Ruine Karlsburg	44,32
6. Auf den Wellenkalkwänden, ebenda	48,41
7. Größerer Bestand, Halde, Neuberg	57,95
8. Größerer Bestand, Halde, hoher Kalbenstein	60,24

Sehr schöne kräftige Stöcke auf dem Röt des Rotenberges zeigten 16,59 %. Exemplare von Kösen, auf dem Wellenkalk am Gradierhaus, 48,64 %.

3. *Sesleria varia*.

(vgl. „Seslerialhalde“ S. 4).

1. Kalbenstein, Ecke des Rosenholzes gegen den Main, mit <i>Festuca glauca</i> , Boden lößartig	% 17,04
2. Maingestellgraben, Südseite, oben über den Wein- bergen, ansehnliche Bestände	20,64
3. Am Krainberg, auf meinem Besitz, Spitze gegen die Weinberge	27,27
4. Ebenda, Südhang, nahe den Stipen	28,41
5. Mühlbach, Osthang am Burgweg, echter Wellenkalk	34,09
6. Maingestell II, große Seslerialhalde, auf der Höhe, Südwest, am Brachgraben	38,64
7. Ebenda, Nordhang am „Graben“, echte Seslerialhalde	38,67
8. Große Seslerialhalde am Maingestell I	46,59
9. Krainberggipfel, kleine Seslerialhalde	47,73
10. Maingestell II, zwischen den Schaumkalkbänken am Hang, echte Seslerialhalde	50,57
11. Krainberg, Westhang, über dem Dolomitbruch	65,32

Ein kleiner aber kräftiger *Sesleria*-bestand auf dem Röt, nicht 100 Schritte vom Dolomitbruch entfernt, ergab 9,77 % (*). — *Sesleria*-böden von Kösen ergaben 13,07 und 34,77 %. Exemplare vom Bäderley bei Ems (rheinischer Schiefer) hatten 2,27 %. Auf

*) An derselben Stelle blühen im Herbst prachtvolle *Aster Amellus* und *Gentiana ciliata*.

dem intermediären Streifen der Leite fand ich *Sesleria* in Masse mit 20,8 %.

4. *Stipa capillata*.

1. Über dem Felssturz auf dem hohen Kalbenstein,	%
Boden bräunlich, Lößmischung	7,61
2. In den großen <i>capillata</i> -Beständen am Ilb	9,1
3. Bestände auf der Höhe meines Besitztums, Boden lößartig	10,0
4. An der Schirmeiche — vgl. das Bild der Stelle in „Anemometrisches“, Taf. I, Fig. 2	10,8
5. Ebenda an einer zweiten Stelle	11,6
6. Hang zwischen Maingestell I und II	26,13
7. Unterer Gürtel bei der Schirmeiche — vgl. das Bild in „Sesleriahalde“, Taf. VIII, Fig. 2	32,40
8. Absatz am Hang des Maingestells II	46,6

5. *Brachypodium pinnatum*.

1. Krainberg, am Waldrand auf der Höhe, humoser Boden, großer Bestand (mehrere Quadratmeter)	%
	2,28
2. Bestand auf der Senkung des Krainberges gegen das Rosenholz	8,8
3. Wiesen über dem Burgweg bei Mühlbach	10,23
4. Über dem Brachgraben am Maingestelle, große Bestände in einer Senkung	12,47
5. Ackerböschung über Veitshöchheim	14,26
6. Auf der Rötseite des Weges am Dolomitbruch des Krainberges, an der großen Buche	22,73
7. Auf der Benediktushöhe bei Retzbach	28,41
8. Veitshöchheim, ähnlich wie 5	33,52
9. Krainberghöhe, kleiner Bestand, gegen den Main	35,88
10. Ebenda auf einer Steinalde	42,71

Auf dem Plateau des Kalbensteins fand ich zwerghaft entwickelte *Brachypodien* mit 44,37 %; und Zwergpflanzen hinter dem Felsenkeller an der Eussenheimer Straße bei Karlstadt mit 59,55 %. — Auf dem Schutt des Buntsandsteinbruches am Rotenberg hatte der Boden von *Brachypodien* überhaupt keine bestimmbare Menge Karbonat.

6. *Koeleria cristata*.

1. Über dem Felssturz, auf dem Kalbenstein, in der Nähe der Äcker (Lößboden)	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">typisch</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">entwickelte Pflanzen</div> </div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 3em; margin: 0 5px;">}</div> </div>	%
2. Ebenda eine andere Pflanze		1,37
3. Ebenda eine andere Pflanze		3,4
		5,5

- | | |
|---|-------|
| 4. Im Falkengraben, an der Schirmeiche, auf einer Steinbank, ungefähr im Terebratelbankniveau | % |
| | 9,4 |
| 5. Auf dem Maingestell I, gegen die Kornfelder, typische Pflanzen | 15,0 |
| 6. Am Maingestellhang, auf einem Sims | 15,5 |
| 7. Auf dem Neuberg, typische Pflanze auf einem Felssims | 27,50 |

2. Stauden.

1. Hieracium Pilosella.

- | | |
|---|-------|
| 1. Am Neuberg I, mit F. ovina zusammen, dessen Boden 37,07 % Karbonat enthält | % |
| | 15,91 |
| 2. Am Maingestell | 17,96 |
| 3. Steigbildhöhe, Schwemmboden | 22,77 |
| 4. Hinter dem Felsenkeller an der Eussenheimer Straße, mit Brunella, welcher in Erde von 25,69 % Karbonat steht | 22,84 |
| 5. Am Maingestellgraben, mit Brunella zusammen, welche 24,19 % Karbonat zeigt | 23,75 |
| 6. Neuberg I, bräunlicher Boden mit kleinen durch das 0,5 mm Sieb gehenden Kalkkörnchen, auf einer kleinen Bodenwelle an der Basis stehend, während ein Teucrium montanum auf der Höhe stehend 48,64 % Kalk zeigt | 26,14 |
| 7. Am Steigbild, 2 dcm davon Helianth. polifolium | 27,27 |
| 8. Im Maingestellgraben, untere Hälfte, im Verein mit Brunella | 28,81 |
| 9. Am Steigbild | 32,73 |
| 10. Ebenda, zusammen mit Teucrium montanum | 46,02 |
| 11. Am Standort von Nr. 4 | 47,27 |
| 12. Am Steigbild | 56,28 |

2. Brunella grandiflora.

- | | |
|---|-------|
| | % |
| 1. Am Maingestellgraben, Südseite | 24,19 |
| 2. An der Eussenheimer Straße, hinter dem Felsenkeller, Zwergpflanzen | 25,69 |
| 3. Am Maingestellgraben, auf halber Höhe | 26,02 |
| 4. Ebenda, neben Pilosella | 28,81 |
| 5. Auf dem Neuberg III, Niveau der Mergelschiefer über dem Schaumkalk | 28,64 |
| 6. Ebenda, sehr schön entwickelte Pflanzen | 30,91 |

	%
7. Ebenda, sehr schön, nahe den vorigen	31,59
8. Ebenda, mit <i>Koeleria</i> , <i>Hel. canum</i> und <i>polifolium</i> und <i>Thlaspi montanum</i>	32,61
9. Plateau des Maingestells I	48,41
10. Plateau Feinerde, ohne Skelett!	59,64

3. *Helianthemum polifolium*.

	%
1. Üppige Exemplare auf ehemaligem Ackerland auf dem Krainberg, mit Löß gemischter Boden	2,84
2. Am Maingestell I gegen den „Graben“, Lößboden mit kleinen Kalksteinchen gemischt	7,39
3. Abhang gegen den Main; Höhe des Krainberges auf meinem Besitz	10,91
4. Auf dem Maingestell, grauer Boden	30,11
5. Offener, grauer Boden auf der Höhe des Kalben- steines	42,05
6. Am Maingestell, unter der unteren Schaumkalkbank im Wellenkalkschotter	61,91

Am Seitenwaldrand auf dem Röt, und auf dem Saupürzel im Sand, hier mit *Thymus*, *Pilosella*, *Eryngium*, *Cichorium* usw. habe ich gutentwickelte Exemplare gefunden, deren Boden karbonatfrei war, d. h. auf die übliche Weise kein Karbonat nachweisen ließ.

4. *Helianthemum canum*.

	%
1. Zwergpflanzen, unter der Zwergvegetation am Steig- bild, auf lößartigem braunem Boden	2,16
2. Geröllhügel hinter dem Steigbild gegen die Äcker, auf hellbräunlichem lößartigem Boden	12,96
3. Auf offenem richtigen Wellenkalkboden am Main- gestell I, Steilweg, in der Nähe <i>C. humilis</i> und <i>Pilo-</i> <i>sella</i> , vgl. Nr. 5 — gut ausgewachsen	42,50
4. Auf echtem Wellenkalk, Kalbensteinplateau	42,00
5. Wenige Schritte von Nr. 3, Normalexemplar	49,32
6. 6 m von Nr. 3 am Steigbild auf grauem Wellenkalk	56,82

Auf dem Kalbensteinplateau fand ich kräftige 10- und 11jäh-
rige Exemplare auf völlig kalkfreiem Löß.

5. *Teucrium montanum*.

	%
1. Krainberghöhe, in meinen jungen Schwarzföhren, Lößboden darunter Wellenkalk, Zwerge	10,88

2. Auf dem hohen Kalbenstein, auf offenem Boden	%
gutgebildete Pflanze	26,48
3. Plateau über dem Steigbild	32,62
4. Ein Riesenexemplar auf erbsengroßem Geröll am	
Fuße des Kalbensteines, im Falkengraben	35,70
5. Hinter dem Steigbild, Mergelschieferniveau	35,67
6. Am Steigbild selbst, etwas verzweigt, mit <i>Helianthemum</i>	36,36
7. Auf offenem Boden an dem Krainberghang	37,50
8. An der Landwehr, echter Wellenkalk	39,09
9. Am Neuberg II	42,38
10. Ebenda I	44,32
11. Im Niveau des Wellendolomits am Fuße des Ravens-	
berges, auf Geröll	47,27
12. Am Steigbild, Boden, der auf Taf. II, Fig. 4 in	
„Anemom.“ dargestellten schönen Exemplare mit	
Polsterwuchs	52,05
13. Am Dolomitbruch des Krainbergs, schöne offene	
Bestände	52,28
14. An der Gössenheimer Straße gegen die Landwehr,	
Wellenkalkgeröll, fast reine Bestände	54,89
15. Auf reinem Wellenkalkgeröll auf dem Krainberg	57,39
16. Große offene Bestände auf dem Neuberg III	57,61
17. Am Steigbild, mit <i>Pilosella</i> (das 46,92 % zeigt) zu-	
sammen	58,87
18. Große Büsche auf grauem Boden an der Landwehr	59,88
19. An gleichem Orte wie Nr. 14, große Polster	61,25
20. Am Steigbild, typische offene Bestände, mit großen	
Exemplaren in Polsterwuchs	61,59
21. Neuberg I, offener grauer Boden; zusammen auf	
braunem geschlossenen Boden mit <i>Potentilla</i> und	
<i>Carex humilis</i> mit 10,46 % Karbonat	70,57
22. Am Steigbild, große offene Bestände auf kleinem	
Geröll	72,81

Auf dem Plateau des Maingestells II fand ich Exemplare des *Teucrium montanum* in etwa 5 cm starker Lösschicht, deren Kalkgehalt ich zu 1,71 % bestimmte; darunter war Wellenkalk.

6. *Carex humilis*.

1. Schotterlehne gegen den Main, Höhe des Krainbergs,	%
zugleich mit <i>Festuca glauca</i>	51,13

2. Auf dem Krainbergplateau kranzförmig gewachsenes %
Polster, Boden schwärzlichgrau, mit vielen nußgroßen
Kalksteinchen, der Feinboden analysiert 25,11
3. An anderer Stelle dieses Plateaus, ähnlicher Boden,
ebenfalls mit Kalksteinchen, nur die Feinerde analysiert 21,59
4. Zwergvegetation auf dem Maingestellplateau, Löß-
boden, der nur 10 cm stark ist, darunter Wellenkalk,
in den die Wurzeln der Pflanze eindringen, Löß = 0
5. Lößboden auf dem Plateau der Homburg a. Wern,
kaffeebraun, Feinerde ohne Kalk, aber durchsetzt
von feinen Wellenkalkkörnchen (bis erbsengroß) = 0

7. *Potentilla cinerea*.

1. Auf dem Neubergplateau, brauner lößartiger Boden 10,46
2. An dem Falkengraben, auf echtem grauen Wellen-
kalkboden 47,05

8. *Thlaspi montanum*.

1. Aus dem Krainbergwald, schwärzlicher Humus-
boden, in dem zahlreiche kleinste bis erbsen- und nuß-
große Wellenkalksteinchen sind, Feinerde 14,77
2. An einer entfernten Stelle desselben Waldes, mit
ganz gleicher Erde 17,05

9. *Lactuca quercina*.

1. Der Boden der Pflanze ist ein grauer, schwärzlich
meliertes (durch Humusteile) Kalkboden, in dem auch
größere Kalksteinchen zahlreich vorhanden sind. Durch
das 0,5 mm Sieb erhaltene Feinerde enthält Karbonat 22,95
2. An einer zweiten Stelle, deren Boden ganz gleich
erscheint, fand ich Karbonat 25,45

10. *Allium fallax*.

1. Am Rosenholz, auf dem hohen Kalbenstein, schwärz-
licher Boden mit kleinen Kalksteinchen reichlich
durchsetzt 5,11
2. Im Wellenkalkboden, über Mühlbach 23,63

11. *Asplenium Ruta muraria*.

Die Pflanze wächst in einem senkrechten Spalt in der
obersten Schaumkalkbank. Der Spalt ist mit Mergelerde
gefüllt, die mit dem auf dem Schaumkalk liegenden Löß
stark gemischt ist. Karbonat

7,82

12. *Orlaya grandiflora*.

Auf einem Lößacker, dessen Boden mit lauter kleinen Kalksteinchen gemischt ist. Krainberg gegen das Rosenholz. Karbonat

8,52

13. *Euphorbia Gerardiana*.

Die Pflanze hat auf meinem Gebiete eine ganz beschränkte Verbreitung, sie geht vom Saupurzel über die Gössenheimer Straße und das Steigbild bis unter den Rehnitz, wo sie in der Senkung vor der Hammersteige scharf abgeschnitten endet.

Der Boden der Pflanze ist Wellenkalk, doch ist dieser sehr gewöhnlich von einer 10—20 cm starken Lößschicht bedeckt, in welcher aber Kalktrümmer verschiedenster Größe vom Unsichtbaren bis zu Erbsengröße sich finden können.

1. Unter dem Rehnitz, Lößboden 15 cm mächtig, der- %
selbe ergibt mit 0,5 mm-Sieb behandelt Karbonat 2,39
mit 2 mm-Sieb behandelt " 5,00
2. Etwa 20 cm von den vorigen Exemplaren entfernt
stehen andere. Der Boden dieser, mit dem Erdboden
15 cm tief ausgehoben und in seiner ganzen Aus-
dehnung gemischt analysiert = 9,09
3. An einer dritten Stelle, wo ebenfalls eine dünne Löß-
schicht oberflächlich den Wellenkalk bedeckt, enthält
der Löß selbst keine Spur Karbonat. Der unter-
liegende Wellenkalkboden = 47,61
4. Am Steigbild stehen die Pflanzen auf grauem Wellen-
kalkboden, mit dem Erdbohrer wird ein 12 cm langer
Zylinder gehoben und in ihm die Erde gemischt ge-
funden 48,29
5. An einer 2 m weit entfernten Stelle finde ich in
einem erbohrten Boden von 15 cm Tiefe 52,28
6. In einem in der Nähe befindlichen Mergelschiefer-
boden, in einem 25 cm langen Bohrzyylinder, Karbonat 41,48
Die im Boden befindlichen Schiefertrümmer 64,80

7. Heterotopie¹⁾ auf dem Roten Berg

Der Rote Berg, d. h. alles was zwischen Stadtweg und dem Gambacher Tälchen liegt, gehört zum Bundsandstein und zwar

*) Der Name Heterotopie für das was Andere contrastes en petit oder contrastes locaux genannt haben, stammt von Gillot. Vgl. dessen Arbeit Influence de la compo-

sind am nordwestlichen Fuß desselben die von Sandberger beschriebenen grobkörnigen dicken Sandsteinbänke vorhanden, darauf liegen, in den Steinbrüchen aufgeschlossen, feinkörnige Sandsteine, welche Voltzienreste enthalten; die von farbigen Letten unterbrochenen Bänke des Chivotherienniveaus sind an verschiedenen Stellen in den Weinbergen, besonders aber auf halber Höhe in der Senkung am Stadtweg, sichtbar; dort beginnt auch der Röt, unmittelbar am Weg, besonders aber am Leitewaldrand, auf der Berghöhe zutage zu treten; auf ihm stehen die oberen Weinberge des Roten Berges. Die Schichten endlich, welche den Röt gegen den Wellendolomit begrenzen, liegen oben bei dem Bildstock und der großen Buche nördlich vom Wege, südlich desselben ist in dem großen Bruche der Wellendolomit selbst aufgeschlossen.

Bis auf die letztgenannten Schichten zwischen Röt und Wellendolomit trägt dieses Gebiet eine absolute Kieselflora, die bekannte Flora des Spessarts, als Charakterpflanzen *Calluna* und *Vaccinium Myrtillus* voran, aber kein *Spartium* und kein *Pteridium*.

Pflanzen, die den Roten Berg besiedeln und über denselben nicht auf den Krainberg kommen, sind:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. <i>Aspidium filix mas</i> , | 10. <i>Orobus vernus</i> (?) |
| 2. <i>Aspidium spinulosum</i> , | 11. <i>Scrophularia nodosa</i> , |
| 3. <i>Asplenium filix femina</i> , | 12. <i>Potentilla Fragariastrum</i> , |
| 4. <i>Polypodium vulgare</i> , | 13. <i>Teucrium Scorodonia</i> , |
| 5. <i>Calluna vulgaris</i> , | 14. <i>Vaccinium Myrtillus</i> , |
| 6. <i>Carex praecox</i> , | 15. <i>Vicia pisiformis</i> , |
| 7. <i>Jasione montana</i> , | 16. <i>Angelica silvestris</i> , |
| 8. <i>Galeobdolon luteum</i> , | 17. <i>Hypochaeris radicata</i> . |
| 9. <i>Galium silvaticum</i> , | |

Von den Farnen gehen *Pteris* und *Asplenium Adiantum nigrum* gegen uns zu wohl über Wernfeld hinaus, allein das Gambacher Tal erreichen sie nicht. Ebenso ist es mit *Sarothamnus*.

Umgekehrt machen die Wellenkalkpflanzen des Krainberges am Stadtweg oben halt.

sition minéralogique des roches sur la végétation; colonies végétales hétérotopiques in Bull. Soc. bot. de France, T. XLI, 1894, pag. 16. (Sess. extraord., Août 1894.)

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Carex humilis</i> , | 28. <i>Gentiana germanica</i> , |
| 2. <i>Festuca glauca</i> , | 29. <i>Brunella grandiflora</i> , |
| 3. <i>Melica ciliata</i> , | 30. <i>Teucrium Botrys</i> , |
| 4. <i>Sesleria coerulea</i> , | 31. <i>Teucrium Chamaedrys</i> , |
| 5. <i>Stipa capillata</i> , | 32. <i>Teucrium montanum</i> , |
| 6. <i>Stipa pinnata</i> , | 33. <i>Calamintha officinalis</i> , |
| 7. <i>Allium fallax</i> , | 34. <i>Calamintha Acinos</i> , |
| 8. <i>Anthericum Liliago</i> , | 35. <i>Linum tenuifolium</i> , |
| 9. <i>Anthericum ramosum</i> , | 36. <i>Coronilla montana</i> , |
| 10. <i>Cephalanthera pallens</i> , | 37. <i>Cytisus nigricans</i> , |
| 11. <i>Cephalanthera rubra</i> , | 38. <i>Polygala amara</i> , |
| 12. <i>Cypripedium</i> , | 39. <i>Clematis recta</i> , |
| 13. <i>Epipactis rubiginosa</i> , | 40. <i>Sorbus Aria</i> , |
| 14. <i>Epipactis latifolia</i> , | 41. <i>Cotoneaster vulgaris</i> , |
| 15. <i>Gymnadenia conopea</i> , | 42. <i>Potentilla cinerea</i> , |
| 16. <i>Ophrys muscifera</i> , | 43. <i>Rosa graveolens</i> (calc.), |
| 17. <i>Orchis militaris</i> , | 44. <i>Rosa rubiginosa</i> (apr.), |
| 18. <i>Helianthemum canum</i> , | 45. <i>Galium glaucum</i> , |
| 19. <i>Helianthemum polifolium</i> , | 46. <i>Dictamnus</i> , |
| 20. <i>Aster Amellus</i> , | 47. <i>Thesium intermedium</i> , |
| 21. <i>Buphthalmum salicifolium</i> , | 48. <i>Veronica Teucrium</i> , |
| 22. <i>Carlina acaulis</i> , | 49. <i>Bupleurum falcatum</i> , |
| 23. <i>Doronicum Pardalianches</i> , | 50. <i>Cervaria rigida</i> , |
| 24. <i>Linosyris vulgaris</i> , | 51. <i>Libanotis montana</i> , |
| 25. <i>Thlaspi montanum</i> , | 52. <i>Peucedanum officinale</i> , |
| 26. <i>Mercurialis perennis</i> , | 53. <i>Trinia vulgaris</i> . |
| 27. <i>Gentiana ciliata</i> , | |

Natürlich gehen manche dieser Pflanzen heterotopisch auf den Roten Berg, selbst, z. B. *Ophrys*. — *Laserpitium latifolium*, das man vermissen könnte, habe ich auf unserm hiesigen Gebiete noch nicht gesehen, wohl aber findet es sich im Edelmannswald und sonst. — Auch *Calamintha officinalis* bewohnt bei uns zwar echten Wellenkalk, jedoch nicht unser engeres Gebiet.

Interessantere gemeinschaftliche Pflanzen sind:

Carex glauca und *montana*, *Luzula albida*, *Orchis mascula*, *Platanthera bifolia*, *Campanula glomerata* und *persicifolia*, *Conyza squarrosa*, *Crepis praemorsa*, *Hieracium umbellatum* und *praealtum*, *Cirsium acaule*, *Genista tinctoria* und *germanica*, *Lathyrus silvester*, *Orobis niger* und *tuberosus*, *Potentilla verna*, *Melampyrum pratense*, *Rosa repens*, *Sorbus terminales*, *Daphne Mezereum*.

Dies Verhalten ist ohne weiteres verständlich, weil der Bundsandstein, wenigstens der echte meist völlig kalkfrei ist. Das ist ja allgemein bekannt, Hilger hat es für den benachbarten Erlabrunner Buntsandstein im speziellen nachgewiesen; ich selber habe in dem Voltziensandstein des Roten Berges keine Spur Karbonat (auch keinen Kalk im Salzsäureauszug) gefunden. Doch versteht sich von selbst, daß auch im eigentlichen Bundsandstein kalkhaltige Stellen größerer oder geringerer Ausdehnung vorkommen können. Es kommt eben auf die Natur des Bindemittels der Quarzkörner an, in dem sich wirklich gelegentlich Kalk findet.

In den höheren Etagen des Buntsandsteins kommen aber reguläre Niveaus mit ansehnlichem Kalkgehalt vor. Ich meine hier

- a) die Sandsteinbänke, die das Liegende des Röt bilden (Chirotherium);
- b) den Röt selbst;
- c) die Übergangsschichten vom Röt zum Dolomit.

In der Chirotherienbank von Aura bei Kissingen — um bei fränkischen Vorkommnissen zu bleiben — hat Hilger 23% Karbonat gefunden; in den Sandsteinbänken gleichen Niveaus am Roten Berg (vgl. eingangs) habe ich selber überall Karbonat nachzuweisen vermocht, wenn auch nicht in der Menge wie Hilger bei Aura. Eingehender habe ich das schon oben berichtet.

Daß der Röt Kalkkarbonat enthält, ist allgemein bekannt; von Hilger bei Thüngersheim (4,8%) gefunden.

Im hiesigen Röt habe ich an verschiedenen Stellen Karbonat festgestellt. Es ist seine Eigentümlichkeit, daß die Stellen des Vorkommens, wie die Höhe des Gehaltes sehr wechseln. Das ist wohl nicht anders zu erwarten. Wenn auch das Gestein selber etwas Kalk enthält, unser fragliches Karbonat ist meines Erachtens wohl nicht ursprünglich, sondern durch Infiltration aus den Hangenden hervorgegangen.

Anders wiederum an den Grenzsichten des Röt gegen den Wellendolomit oben am Dolomitbruch. Dort wechseln, wie das Sandberger-Endrassche Profil zeigt, rasch aufeinander verschiedene Gesteine (besonders auch Mergel). Bei der geringen Mächtigkeit der einzelnen Schichten ist a priori, wie sich aber auch tatsächlich zeigt, kein Boden mit wesentlichem, aber nicht ganz gleichmäßigem Kalkgehalt zu erwarten. Ich fand Ansellurerde mit 27,50%, Sesleriaboden mit 9,77% und Melicaerde mit 16,59%

Karbonat. Da das Muttergestein hier nirgends aufgeschlossen ist, läßt sich die Beziehung dieses Kalkgehaltes des Bodens zu demselben näher nicht feststellen. Das ist aber auch für uns garnicht nötig. —

Diese drei vorgenannten Orte, an denen nachgewiesenermaßen kalkhaltiges Gestein und mit ihm selbstverständlich auch kalkhaltiger Boden vorhanden ist, lassen natürlich das Auftreten einer Kalkflora erwarten. In der Tat tritt diese am Roten Berg auf.

Wir können unsere Betrachtung dieser Flora mit dem Streifen Land beginnen, der am Krainbergfuß, oben an der großen Buche, links vom Stadtweg (nach Gambach zu), diesem selber parallel läuft. Da dieser Landstreifen zwischen dem Krainbergdolomit und dem Röt des Leitewaldes mitinnen liegt, mag er der intermediäre Streifen heißen. Sein Boden geht, wie gesagt, aus den Grenzschichten zwischen Röt und Wellendolomit hervor.

Das Land war früher mit Niederwald bestanden und ist jetzt abgeholzt.

In dem jetzt abgeholzten Niederwald finden sich hier: *Sesleria*, *Epipactis latifolia*, *Clematis recta*, *Inula hirta*, *Acer monspessulanum*, *Brunella grandiflora*, *Bupleurum falcatum*, *Teucrium Chamaedrys*, *Peucedanum officinale*, *Galium glaucum*, *Rosa pumila*, *Anthemis tinctoria*, *Libanotis*, *Cervaria*, *Carex humilis*, *Polygala amara*, *Anemone silvestris*.

Sie sind eingemischt in eine Flora z. B. von *Galium silvaticum*, *Vicia pisiformis*, *Carex praecox*, *Orobis vernus*, *Aira flexuosa*, *Vicia sepium*, *Luzula campestris*, *Fragaria vesca*, *Brunella vulgaris*, *Polygala vulgaris*.

Das Vorkommen der Kalkpflanzen versteht sich also aus dem Vorhandensein des Kalkbodens. Außer den schon oben genannten Kalkgehalten von *Amellus*, *Sesleria* und *Melica*, fand ich noch im Wurzelboden von *Libanotis* 9,0%, bei *Carex humilis* 15,68%, *Teucrium Chamaedrys* 8,41%, *Gymnadenia* 8,52%, *Teucrium montanum* 21,59%, *Epipactis latifolia* 4,66%, *Anthemis tinctoria* 4,5% Kalziumkarbonat.

Zwei andere sehr auffallende Kalkflora zeigende Stellen des Roten Berges, die Senkung auf halber Höhe des Berges im Stadtweg und eine Senkung auf der Höhe am Waldrand der Leite, gehören ohne Zweifel einem geologischen Niveau an, nämlich den kalkhaltigen Sandsteinen mit ihren Zwischenlagen von bunten Letten, welche den Röt unterlagern. Diese Schichten fallen, wie der ganze Buntsandstein, gegen Karlstadt zu. Die Letten, die in

der Stadtwegsenkung im Wege so deutlich hervortreten, erscheinen auch oben am Waldrand stellenweise. In der Verbindungslinie zwischen diesen beiden Punkten liegen Weinberge und Äcker, welche den Zusammenhang verdecken, aber auch dadurch zeigen, daß gerade in dieser Linie auf dem Kulturland einzelne Kalkpflanzen erscheinen, wie *Amellus*, *Cervaria*, *Galium glaucum* usw.

In der Senkung auf dem Weinbergspfad wachsen *Amellus*, *Linosyris*, *Galium glaucum*, *Stachys recta*, *Brunella grandiflora*, *Teucrium Chamaedrys*, *Anthemis tinctoria*, *Cervaria*, *Bupleurum falcatum*, *Clematis recta*, *Berberis*, *Rosa pimpinellifolia*, *Scabiosa Columbaria*. In einem fleischroten Sandstein fand ich 11,93 % Karbonat, in der Wurzelerde von *Linosyris* 5,68 %, bei *Galium glaucum* 5,91 %.

Die Senkung am Wald hat etwa 90 Schritte Länge, 45 Schritte Breite und ist etwa 350 Schritte vom Stadtweg entfernt; sie trägt eine reiche heterotopische Flora:

Amellus, *Linosyris*, *Linum tenuifolium*, *Pulsatilla*, *Brunella grandiflora*, *Alyssum montanum*, *Anemone silvestris*, *Anthyllis*, *Rosa pumila*, *Trifolium rubens*, *Galium glaucum*, *Hippocrepis*, *Peucedanum officinale*, *Cervaria rigida*, *Libanotis*, *Inula hirta*, *Anthemis tinctoria*, *Clematis recta*, ein Exemplar von *Helianthemum polifolium* neben viel *H. vulgare*.

Daneben: *Geranium sanguineum*, *Potentilla verna*, *Sedum reflexum*, *Fragaria vesca*, *Poterium*, *Sorbus torminalis*, *Orobus niger*, *Brachypodium pinnatum*, *Centaurea serotina*, *Scabiosa Columbaria*, *Vincetoxicum*, *Coronilla varia*.

Liste der Kalkprocente in der Wurzelerde:

bei <i>Amellus</i>	4,55
„ <i>Linosyris</i>	5,79
„ <i>Pulsatilla</i>	2,27
„ <i>Inula hirta</i>	1,70
„ <i>Hel. polifolium</i>	3,08

Neben diesen drei größeren heterotopischen Stellen, an denen die Kalkpflanzen truppweise auftreten, kommen auf dem Röt aber auch, ohne sichtbare äußere Veranlassung, einzelne Kalkpflanzen vor. Und auch hier hat immer wieder die Analyse Kalk in der Wurzelerde ergeben. So z. B. bei einer *Cervaria rigida* 1,81 %; bei einem *Alyssum montanum* hinter dem Steinbruch 3,98 %; bei *Anthemis tinctoria* am Rand des unteren Leitewaldes 4,8 %. — Ganz besonders erstaunlich war mir eines Tages, im Rasen auf

echtem Röt, *Ophrys muscifera* zu finden. Die Analyse des roten Bodens ergab 5,34 % Karbonat; kaum $\frac{1}{2}$ m davon entfernt zeigte der Boden von *Brunella vulgaris* nur 1,52 %.

Was wir bisher gefunden haben, sind also lauter echte Heterotopen, d. h. Kalkpflanzen, die, soweit die Untersuchungen gingen, immer auf kalkhaltigen Stellen eines sonst kalkfreien Bodens wachsen. Zweierlei scheint dabei erwähnenswert:

1. Die Heterotopen des Roten Berges scheinen, soweit meine Zahlen reichen, sich mit geringerem Prozentgehalt an Karbonat zu begnügen, als sie auf ihrem heimischen Wellenkalkboden genießen.

2. Die Kalkpflanzen, die nach meinen Untersuchungen einen sehr hohen Kalkgehalt lieben, treten nicht als Heterotopen auf. So habe ich *Festuca glauca*, *Teucrium montanum*, *Helianthemum canum* gar nicht, *Sesleria* und *Melica ciliata* nur ausnahmsweise auf dem Roten Berg gefunden. —

Dieser Reihe von Pflanzen, die sich also bisher als obligate Kalkpflanzen und wahre Heterotopen, als kalkstet erwiesen haben, steht eine zweite gegenüber, wo die Pflanzen nach meinen Analysen zwar an einer Stelle Kalkboden bewohnen, an anderer aber kalkfreien, also sog. bodenvage Pflanzen. Bei der Beurteilung dieser Fälle ist aber äußerste Vorsicht nötig, indem der Pflanze öfter versteckte, unvermutete Kalkquellen zu gebote stehen. Das trifft z. B. vielfach bei den Pflanzen auf Löß zu.

Auf dem Plateau des Maingestells und des hohen Kalbensteins findet man alle möglichen echten Kalkpflanzen auf völlig kalkfreiem Löß. Aber die Lößdecke ist da gewöhnlich nur 10 bis 20 cm stark und direkt darunter liegt Wellenkalk, den die Wurzeln ohne weiteres erreichen können, ja müssen. Man sieht da gewöhnlich zahllose Wurzeln von *Teucrium montanum*, *Helianthemum polifolium* und *canum*, die oberflächlich im Löß stehen, tief in den unterliegenden Wellenkalk- oder Mergelboden eingebohrt.

Ein anderer Modus, wie Pflanzen des kalkfreien Löß Kalk in reicher Menge erhalten, ist, daß der kalkfreie Löß zahlreiche Kalksteinchen aller möglichen Größe enthält, die bei der Feinerde zwar nicht, aber bei einer Gesamtanalyse erkannt werden.

Wie seltsam manchmal die Kalkquelle bei solch heterotopischen Vorkommnissen ist, davon zwei Fälle.

1. Heterotopie eines *Teucrium Chamaedrys* jenseits des Gambacher Tales.

Auf der Nordseite des Gambacher Tälchens, dem Roten Berg gegenüber, wo reine Buntsandsteinflora herrscht, fand ich vor Jahren an der Landstraße in einer Mauer aus rotem Sandstein große Büsche der Pflanze, die seither Jahr für Jahr blühend und fruchtend sich erhalten haben, ganz wie auf dem Wellenkalk. Da, wie bemerkt, hier fast keine Spur von Kalkpflanzen auftritt, forderte der Fall zur Prüfung heraus.

Die Pflanze wächst in den Mauerritzen. Man hätte an Mörtelreste als Boden denken können, wenn überhaupt die Steine in Mörtel gesetzt wären; sie sind bloß lose aufeinander gesetzt und zwischen den Fugen erscheint locker der rote Buntsandsteinboden der Umgebung, des Feldes. Dagegen enthielt derselbe sehr auffallend kleine und große Fragmente von Schneckenhäusern. Die Analyse zeigte die Feinerde (0,5 mm-Sieb) absolut kalkfrei; auch das 2 mm-Sieb ließ keinen kalkhaltigen Boden durch; dagegen ergab die Analyse des Gesamtbodens inkl. Fragmente des Gehäuses der *Helix pomatia* 3,4 % Karbonat.

Zweifellos lassen sich hier die Fragmente der Schneckenhäuser, die durch Zufall in größerer Menge angehäuft waren, als Kalkquelle ansehen.

2. Heterotopie von *Calamintha officinalis*.

Diese Pflanze kommt zwar nicht auf meinem engeren Arbeitsgebiets (rechtsmainisch) vor, hat aber einen bekannten Standort oberhalb Mühlbach, auf dem unteren Wellenkalk. Sie gilt ja auch sonst als eine Kalkpflanze.

Um so auffallender mußte es sein, daß dieselbe an der Landstraße von Gemünden nach Wernfeld am Waldrand dicht an der Landstraße seit Jahren angesiedelt ist, in zahlreichen Büschen über eine weitere Strecke. Dort steht aber überall der reine Buntsandstein an und findet sich nur eine absolute Kieselflora, selbst Haide und Ginster, für das Vorhandensein von Kalk ist nicht der geringste Anhalt vorhanden.

Gleichwohl ergab die Analyse des Bodens eine unerwartete Kalkmenge!

Analysen der Wurzeleerde von *Calamintha*:

1. Mühlbach, auf dem Wellenkalk des Burgweges, grauer Boden, unter der Oberfläche %
25,45
- Erde an derselbe Stelle, mit dem Erdbohrer in 20 bis 25 cm Tiefe genommen, grauer Boden, wie vorher 25,00

2. Am Waldrand auf der Landstraße zwischen Gemünden und Wernfeld, auf reinem Buntsandstein, Boden grau etwas humos 11,37
3. An einer davon entfernteren Stelle des gleichen Fundortes, mit gleichem grauen, schwärzlich humösen Boden, wie vorher 7,95

Woher auf einmal dieser ansehnliche Kalkgehalt mitten im kalkfreien Buntsandstein?

Das Rätsel löste sich bei näherem Nachsehen auf sehr einfache Weise: die Landstraße daselbst ist mit Basalt und z. T. auch mit Muschelkalk beschottert und der Abraum der Straße wird seit Jahren nicht etwa abgefahren, sondern kurzer Hand in den angrenzenden Waldsaum geschaufelt!

Während es in den bisher behandelten Fällen gelungen ist, bei genauer Prüfung die untersuchten Pflanzen immer wieder als heterotopische Kalkpflanzen zu erweisen, habe ich auf meinem Gebiete aber auch ganz sichere Fälle, wo allbekannte, kalkstete Pflanzen zweifellos auf völlig kalkfreiem Boden wachsen.

Für die Beweisführung in dieser Frage schließe ich die auf dem Röt vorkommenden Pflanzen aus, weil hier der Nachweis eines allseitig kalkfreien Bodens nicht zweifellos geführt werden kann. Wenn ich hier auch oft genug *Cervaria*, *Galium glaucum*, *Alyssum montanum*, *Inula hirta*, *Hippocrepis comosa* mit kalkfreien Wurzelballen gefunden, scheint hier nicht ausgeschlossen, daß verschiedene Wurzeln in die im Röt so häufig sprungweise vorkommenden kalkhaltigen Stellen geraten sein können.

Anders dagegen verhält es sich mit Pflanzenvorkommnissen auf echtem Buntsandstein, am Fuße des Roten Berges im Gambacher Tälchen, insbesondere am sog. Pfarrholz.

Dort sind zwei Stellen, die sich nach meinen Erfahrungen für die sichere Beantwortung der Frage vorzüglich eignen.

Einmal der unterste Hang des Waldes unmittelbar am Aufstieg, wo die Reste des Sandbergerschen Profils zu sehen sind (vgl. oben in diesem Kapitel I, „Buntsandstein“). In dem Gehängeschutt, der mit Kiefern, Buschwerk und Kieselpflanzen usw. aller Art besetzt ist, finden sich auch ganze Heerden von *Anemone silvestris*, aber nirgends im Boden nennenswerte Kalkmengen.

Viel merkwürdiger noch und außerordentlich belehrend ist die zweite Stelle, die rechts vom Aufstieg unmittelbar oberhalb

den ersten Weinbergen an der Bahnstation liegt. Durch einen bebuschten Graben von diesen getrennt ist hier ein kopfartiger kleiner Hügel — ich habe ihn im Laufe meiner Mitteilungen immer einfach „Kopf der Leite“ genannt. Derselbe ist zweifellos künstlich, wohl beim Bahnbau, entstanden, auf der Rückseite, wie das Pfarrholz, mit Kiefern besetzt, hat aber auf der gegen Südwest sehenden Vorderseite (gegen die Weinberge) völlig frei der Sonne ausgesetzt, eine steile Böschung. Die steinige, stellenweise moosige Oberfläche trägt hier ein paar Dutzend prächtiger Pulsatillenstöcke, die jedes Jahr zuerst von allen Exemplaren des Kalbensteins blühen. Daneben ganze Polster schönster *Hippocrepis* und *Vulneraria*.

Neben den genannten Kalkpflanzen trägt der Hügel auf der freien Seite: *Hieracium Pilosella*, *H. umbellatum*, *Genista tinctoria*, *Fragaria vesca*, *Euphorbia Cyparissias*, *Thymus*, *Koeleria*, *Trifolium medium* und *arvense*, *Potentilla verna*; das Gebüsch der Rückseite besteht aus *Frangula*, Eiche, Hasel, *Cornus*, *Rosa repens*, darunter *Geranium sanguineum* wachsend.

Die nähere Bodenuntersuchung hat gezeigt, daß der Hügel aus Bauschutt von reinem Buntsandstein besteht: grobe dichte Schottermassen, stellenweise dem Röt nicht unähnlich, mit dem sie aber nichts zu tun haben. Dieser Boden ist, so oft ich ihn auch untersuchte, immer und überall völlig karbonatfrei gefunden worden; auch der wässrige Auszug desselben ließ nicht die Spur Kalk erkennen.

Wir haben also hier die unumstößliche Tatsache, daß *Pulsatilla* und *Hippocrepis*, die überall auf unserm Gebiete nur Kalkboden bewohnen, auf kalkfreiem Boden üppig gedeihen.

Verhalten der Kieselpflanzen.

Wenn man aus der bisherigen Erfahrung, daß unsere Kalkpflanzen gewöhnlich auf kalkhaltigem Boden heterotopieren, den Schluß ziehen wollte, daß die Kieselpflanzen beim Heterotopieren ausschließlich die kalkfreien Stellen aufsuchen, so wäre dies ein Irrtum. Auf dem Roten Berg stehen diese Pflanzen auf einem Boden, der so viel Kalk enthält, daß er auch den Kalkpflanzen genügt. Hier stehen Kalk- und Kieselpflanzen auf gemeinschaftlichem Boden.

Gleich ein frappantes Beispiel haben wir an *Calluna* und *Vaccinium*, die doch allgemein für Kieselpflanzen und kalkscheue gelten. Auf der Leite fand ich an einer Stelle die beiden Pflanzen so zusammenstehen, daß ihre Wurzeln miteinander eng verflochten

waren. Der Boden, in dem diese Wurzeln wuchsen, zeigte 3,41 % Karbonat, und unmittelbar daneben und darin wuchsen blühende Exemplare von *Anemone silvestris*!

Nicht weniger überraschend ist es, eine so typisch kalkflüchtige Pflanze, wie *Helichrysum arenarium*, bei uns auf einem Boden zu finden, der den echten Kalkpflanzen genügt. Nicht allein, daß ich *Helichrysum* auf dem hohen Kalbenstein in sehr dünner Lössschicht fand, durch welche die Wurzeln unverzüglich in den unterliegenden Kalkmergel kommen müssen, auf dem Maingestell stehen Heerden der Pflanze am Rande eines Lößackers — aber auf Naturboden — zusammen mit *Trinia*, *Gentiana ciliata*, *Brunella grandiflora*, *Eryngium*, den beiden *Helianthema* usw. auf lößartigem Boden, der von feinen Kalksteinchen durchsetzt ist. Die Feinerde — also der Boden ohne Kalkkörnchen — ergab, an zwei verschiedenen Stellen genommen, einmal 14,43 % und das zweitemal 17,04 % Karbonat!

Sog. Kieselpflanzen oder kalkscheue Pflanzen können sich aber auch anders, nämlich wirklich mehr oder weniger kalkscheu verhalten. Als erstes Beispiel diene *Teucrium Scorodonia*. Die Pflanze wächst viel und an den verschiedensten Orten auf der Leite; sie geht bis 100 Schritte an den Krainbergdolomit heran. In den Böden derselben habe ich aber niemals Karbonat gefunden; danach wäre die Pflanze gegen Kalk sehr empfindlich. Dem widerspricht freilich, daß dieselbe im hiesigen botanischen Garten in allerdings geringprozentigen Kalkböden vortrefflich gedeiht. Sie steht in denselben an drei verschiedenen Stellen, deren Kalkgehalt von mir folgendemmaßen gefunden wurde:

In „Unterfranken“	Im „System“	In den „Arzneipflanzen“
3,98 %	4,21 %	3,75 %

Eine zweite bekannte Spessartpflanze, der Adlerfarn, scheint sich noch reservierter zu verhalten. Auffallenderweise fehlt *Pteris aquilina*, die im Spessart so gemein ist, dem Buntsandstein der Leite völlig. Ich habe die Pflanze bis heute diesseits des Gambacher Tälchen nie gesehen, obwohl kalkfreie Stellen und wohl auch die anderen Lebensbedingungen der Pflanze scheinbar nicht mangeln. Und völlig kalkfreien Boden scheint die Pflanze nicht einmal nötig zu haben. In der Farnanlage des botanischen Gartens gedeiht die Pflanze auf einem Boden von 3,07 % Karbonat seit Jahren recht gut.

Am allerstrengsten zurückhaltend jedoch hat sich der Ginster (*Sarothamnus scoparius*) erwiesen. Im Maintal geht derselbe rechts-

seitig bis südlich von Wernfeld, wo er außerhalb des Dorfes, in einer Schlucht am Turnplatz, die bekannte dichtbuschige Decke bildet. Darüber hinaus habe ich halbwegs der Station Gambach nur noch ein einziges Exemplar gesehen. Die Pflanze bleibt also in sehr respektabler Entfernung vom Roten Berg weg. Im botanischen Garten hält die Pflanze in einem Boden, wo *Teucrium Scorodonia* vortrefflich wächst (3,98 % Karbonat) immer nur kurze Zeit kümmerlich aus, um wieder einzugehen*).

Um das Fernbleiben der beiden letzten Pflanzen, des Adlerfarns und des Besenginsters vom Roten Berg durch Bodenverhältnisse zu verstehen, wüßte ich nichts anderes anzuführen, als daß am Roten Berg das Bodenwasser stark kalkhaltig ist. Bekanntlich kommt am Fuße der Leite, sowohl im Gambacher Tälchen, dem Dorfe nahe, als auch im Maintal südlich vom Steinbruch je eine gute und gern als Trinkwasser benutzte Quelle zum Vorschein. Beide Quellen sind, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, stark kalkhaltig. Sollte dieser Kalkgehalt des Bodenwassers genügen unsere Pflanzen vom Roten Berg fernzuhalten?

Zusammenfassung.

An der Grenze des Buntsandsteins am Spessart und des fränkischen Wellenkalks, die über den Roten Berg bei Gambach zieht, zeigen die Kalk- und Kieselpflanzen folgendes Verhalten:

1. Kalkpflanzen.

1. Zwischen den Kieselpflanzen des gewöhnlich kalkfreien Bodens am Roten Berg kommen echte Kalkpflanzen vor, wo im Buntsandsteinboden größere oder kleinere kalkhaltige Stellen vorhanden sind. Gewöhnlich ist der Kalkgehalt dieser Stellen geringer, als ihn die Bewohner an ihrem Normalaufenthalt haben. Auch gehen gewisse strenge Kalkpflanzen nicht in die Diaspora.

2. Auf einem Bodenstreifen, welcher den Übergang vom obersten Röt zum Wellendolomit bildet — dem „intermediären Streifen“ —, wachsen die Kalk- und Kieselpflanzen bunt durcheinander, nicht weil hier der Kalk- und Kieselboden bunt wechselt, sondern auf gemeinschaftlichem gering kalkhaltigen Boden. Auch hierher gehen die Kalkpflanzen nicht, die gewöhnlich auf hochprozentigem Kalkboden vorkommen.

*) Vgl. auch z. B. Contjean, *Ann. sc. nat. Bot.*, Sér. VI, Tom. II, 1875, p. 234. — Ähnliche Mißerfolge in französischen botanischen Gärten.

3. Der interessanteste Fall ist, daß an der Grenze echte Kalkpflanzen, wie *Hippocrepis*, *Pulsatilla*, *Anemone silvestris*, *Anthemis tinctoria* auf völlig kalkfreiem Boden wachsen.

2. Kieselpflanzen.

1. Kieselpflanzen treten innerhalb des Wellenkalkgebietes nicht heterotopisch auf, weil es bei uns keinen kalkfreien Verwitterungsboden gibt.

Kalkfreie Stellen, gewöhnlich eng begrenzt vom Kalkboden, liefert nur der Löß und diese Stellen sind nur von Kalkpflanzen bewohnt.

2. Das gemischte Vorkommen von Kalk- und Kieselpflanzen auf dem Grenzgebiet beruht, wie schon oben gesagt, darauf, daß die Kieselpflanzen hier einen geringwertigen Kalkboden mit bewohnen.

Der Grad des Kalkgehaltes, den einzelne Kieselpflanzen annehmen, ist verschieden. Ich habe folgende Skala gefunden:

a) Das allgemein als „ganz kalkfeindlich“ geltende *Helichrysum arenarium* (Graf Solms, S. 107) wächst bei uns mit den bekanntesten und ausgesprochensten Kalkpflanzen auf einem Boden mit 14—17 % Karbonat.

b) *Calluna* und *Vaccinium Myrtillus*, gleichfalls sog. Kieselpflanzen, wachsen auf einem Boden mit 3,4 % Karbonat.

c) Die überaus kalkfeindlichen *Pteris* und *Teucrium Scorodonia* gedeihen bei uns zwar nicht auf Kalkboden im Freien, wohl aber bei der Kultur.

d) Allein *Sarothamnus* lehnt nach meinen Erfahrungen im wilden Zustand, wie im Garten, den Kalk ab.

Wir haben im vorhergehenden bei genauester Prüfung der Verhältnisse im Freien sog. echte Kalkpflanzen auf absolut kalkfreiem Boden gefunden. Es haben ja auch andere Beobachter, früher schon, wo man allerdings analytisch weniger genau prüfte, solche Fälle namhaft gemacht. Und je weiter man in diesen Untersuchungen vordringt, um so zahlreicher werden die Beispiele, wo sog. echte Kalkpflanzen auf kalkfreiem Boden gefunden werden, so daß man unwillkürlich den Eindruck bekommt, es könnten eines Tages auch die letzten kalksteten Pflanzen verschwunden sein. Mag diese Frage auf sich beruhen. Uns kann es einstweilen genügen, daß einzelne solcher Pflanzen, die überall kalkstet er-

schiienen, unter bestimmten Verhältnissen auch auf kalkfreiem Boden übertreten.

Damit ist ohne weiteres ganz sicher, daß in diesen Fällen die chemische Natur des Kalkbodens, d. h. der Kalkgehalt desselben für das Vorkommen einer Pflanze nicht maßgebend sein kann, sondern — *tertium non datur* — die physikalischen Eigenschaften desselben.

Die hierbei in Frage kommenden physikalischen Eigenschaften des Bodens müssen dann offenbar solche sein, die sich auf dem Kalkboden häufiger, wohl auch ausgeprägter finden als auf dem Kieselboden, auf jenem ganz gewöhnlich und überall, hier dagegen nur stellenweise vorhanden sein.

Einmütig hat man als solche die größere Trockenheit und größere Wärme des Kalkbodens herangezogen. Nach dem Vorgange Thurmännns haben sich so H. Hofmann, Drude (Handbuch S. 57; Deutschlands Pflanzengeographie S. 372) und mit der größten Klarheit Warming (Ökol. Pflanzengeographie 1. Aufl., S. 77) ausgesprochen.

Den Beweis dafür, daß es so ist, hat man bis heute aber noch nicht geführt, und beweisen konnte man es bisher auch nicht, solange nicht eine exaktere Methode für die Darstellung der physikalischen Eigenschaften des Bodens bei uns eingeführt wird. Es mußten vorher die Elemente, welche die physikalischen Eigenschaften konstituieren, genauer präzisiert, ihr Zusammenhang und ihre Bedeutung festgestellt und eine zahlenmäßige Berechnung möglich sein.

Wie weit mir das gelungen ist, mag hier an dem Beispiel von *Pulsatilla* kurz gezeigt werden:

Pulsatilla wächst bei uns auf dem Muschelkalk, nach meinen Erfahrungen liebt sie den Wellenkalk mehr als den eigentlichen Muschelkalk s. str.

Wenn sie schließlich auch überall auf diesen vorkommt und selbst in den Kiefernwäldern zu finden ist, so bevorzugt sie in ganz augenscheinlicher Art, die Fels- und Schotterlehne, und die Südwestexposition derselben und wächst da auf offenem Boden. Am Maingestell, Falkengraben, Kalbenstein und Krainberg sind die Büsche am stärksten, blühen und fruchten am ersten und reichlichsten.

Ganz genau ebenso, wir hier, auf dem Wellenkalk steht unsere Pflanze auf dem oben besprochenem Kopf der Leite auf Buntsandstein.

Physikalische Präzisierung des Standorts.

	I. Auf dem Wellenkalk des Krainbergs.	II. Auf dem Buntsandstein der Leite.
1. Schotterboden mit hohem Skelettgehalt	0/0	0/0
Zweites Beispiel	64,77	72,12
Skelett	76,4	74,0
Im benachbarten Waldboden dagegen	14,6	4,4
2. Außerordentlich geringer Wassergehalt des Bodens. 15. September	7,4	4,38
Des Waldbodens	17,1	13,48
3. Temperaturverhältnisse. 15. September, 12—1 Uhr. Luft	21,2°	20,0°
Pulsatilla-Boden	26,0	26,5
Waldboden	17,5	16,0
Am 11. Mai 1908, 12 ³⁰ —2 Uhr		
Luft	18,2	16,0
Puls. Boden	26,8	25,5
4. Luftwärme über dem Boden, in der Pflanze. 18. März 1905, 2 ³⁰ .	22,5	22,5
Lufttemp.	16,1	15,2

Während also die beiden Standorte chemisch ganz extrem verschieden sind, stimmen dieselben, soweit hier ermittelt, physikalisch zahlenmäßig genau überein: In Exposition, Bildung offener Bestände, Skelett, Wassergehalt und Temperatur des Bodens und der um die Pflanze befindlichen Lufttemperatur. Und diese Übereinstimmung ist um so prägnanter, als sie in beiden Fällen in auffallendem Gegensatz steht zur nächsten Umgebung (2—3 m entfernt).

Daß der Kalk (das Karbonat) für die Pflanze eine besondere Wirksamkeit hat, lernen wir eigentlich nicht von unseren Kalkpflanzen; denn das erhaltene Resultat, daß von den Wellenkalkpflanzen die einen besonders hohe, andere sehr niedere Kalkprozent vorziehen, ist nicht eindeutig, weil parallel mit diesen hohen und niederen Prozentsätzen auch ein hoher und niedriger Skelettbefund und im Gefolge davon eine ganz verschiedene physikalische Beeigenschaftung derselben Böden Hand in Hand geht.

Unbeschadet der Möglichkeit, daß der hohe und niedere Karbonatgehalt in diesen Fällen wirklich eine Rolle spielt, weisen viel sicherer die sog. Kieselpflanzen auf eine Sonderbedeutung des Karbonats im Boden hin; da dieselben mitunter streng den Kalk meiden.

Wohl belehren sie uns, daß der Kalk eine Bedeutung hat, welche diese aber sei, lehren auch sie nicht; und ich glaube auch weitere Beobachtungen im Freien werden hier nicht zum Ziel führen. Zur Lösung dieser Fragen müssen wir ins Laboratorium gehen und experimentell arbeiten, wie es ja schon vielfach und vielseitig geschehen ist.

In dieser Frage nach der chemischen Bedeutung des Kalkes werden wir auseinander zu halten haben; die unmittelbare Bedeutung des Kalkes als Constituens des Pflanzenkörpers und Nährstoff desselben wie seine Wirksamkeit im Pflanzenkörper; gerade in dieser Beziehung und nur in dieser, sind von den Botanikern schon lange Untersuchungen angestellt, anatomisch und experimentell; diese sind in unserer Literatur umläufig und brauchen hier nicht weiter betont zu werden.

Dagegen hat man sich, begreiflicherweise, bei uns um die Bedeutung des Kalkes im Boden selber weniger, oder eigentlich so gut wie garnicht gekümmert und diese Frage zu beantworten der Bodenkunde überlassen. Wie außerordentlich hoch von dieser Seite die Bedeutung des Kalkes als chemischer Körper eingeschätzt wird, dafür brauche ich bloß die Worte zu zitieren, die in Ramanns Bodenkunde, 2. Aufl., S. 209, stehen: „Kein anderer Bestandteil übt annähernd einen gleich starken Einfluß, wie der Kalk, namentlich der kohlensaure Kalk, auf die Eigenschaften der Böden aus“ und, da auch ich in dieser Richtung nicht gearbeitet habe, für die spezielle Bedeutung des Kalkes im Boden auf seine Rolle bei der „Bodentätigkeit“ (S. 212 und 391), auf seine flockende Wirkung (S. 255), seine Beziehung zu den Humussäuren (S. 132) hinweisen.

Wohl aber kann ich aus meinen vielfältigen Erfahrungen im Freien von der überaus großen Sondernatur des Kalkbodens ein Wort reden:

Der Kalkboden ist der lebendigste von allen Böden; denn selbst sein Skelett ist lebendig, weil es ewig beweglich und veränderlich ist. Jeder Tropfen meteorischen Wassers nagt an dem Skelett und verändert es mechanisch wie chemisch, daher auch aus dem Kalkboden jeder andere Boden werden kann. — Die aus dem Skelett gewonnenen Lösungen haben ihrerseits die entschiedensten Wirkungen in der Feinerde und im Bodenwasser.

Die Lebendigkeit speziell unseres Kalkbodens wird aber nicht bloß durch die oben angedeutete chemische Wirksamkeit bestimmt. Unter den physikalischen Eigenschaften möchte ich die Dichtigkeit der Kalkpartikeln nicht unterschätzt wissen, welche das Eindringen des Wassers in die Skelettstücke verhindert, das rasche Abtrocknen der Oberfläche ermöglicht und dadurch, wie wir anderwärts sehen werden, recht eigentlich die Xerothermie hervorruft — ein großer Gegensatz zum Sandstein.

Unser Kalkboden wird aber ganz besonders dadurch ein lebendiger Boden, daß seine Skulptur bzw. die seines Muttergesteins eine besonders große Massenbeweglichkeit, und damit eine rastlose Veränderung der physikalischen Eigenschaften zur Folge hat.

Kein Gestein ist von Natur so wenig geeignet größere ebene Flächen zu liefern, wie der verwitternde Wellenkalk, geneigte Flächen bis auf die kleinsten Dimensionen wiegen vor. Damit ist der Tätigkeit des Wassers ganz besonders Gelegenheit zu stetiger Umlagerung, zum Schwemmen und Schlemmen geboten und zur feinsten Nüancierung der physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Der Jura ist in dieser Beziehung das Brudergestein des Wellenkalks und es ist kein Zufall, daß dieser seinerzeit der Ausgangspunkt der „physikalischen Bodentheorie“ geworden ist.

In all diesen Dingen ist der Kieselboden der diametrale Gegensatz. Sein Skelett ist und bleibt gewöhnlich, weil absolut unveränderlich, tot. Von ihm geht keine Wirkung auf die Feinerde. Unser Kieselboden ist der trügste von allen, seiner Abstammung aus dem Wüstensand heute noch würdig.

Tabellen.

1. Kalkpflanzen, die sich bisher auf der Leite wirklich heterotopisch erwiesen haben.

1. Libanotis.

1. Auf der Halde am Krainbergfuß, in der Nähe der Breccie des Wellendolomits	% 28,41
2. Im Krainbergwald, auf humosem, mit Kalksteinchen durchsetztem Boden	9,09
3. Halde unter dem Felssturz, die Pflanze zu hunderten	37,73
4. Im Leitewald, am Wegrund, Boden oben humos, in der Tiefe Röt	9,00

2. *Linosyris*.

1. Am Rande des Leitewaldes, auf rotem Boden, zugleich mit *Amellus* und *Cervaria* 5,79
2. Senkung am Weinbergpfad, Boden rot, der aus den Wurzeln genommene Gesamtboden, der kleine weiße Steinchen enthält 5,68

3. *Amellus*.

1. Im Röt, 50 m unterhalb der großen Buche, auf einem Luzerneacker 27,50
2. In der Senkung der Leite, mit sonstigen Kalkpflanzen, blaugrauer und gräulicher Ton 4,55
3. Auf rotem Boden über dem Wintrichschen Steinbruch gegen den Wald 26,59

4. *Bupleurum falcatum*.

- Auf der Leite am Waldrand, im Röt, gegen den Steinbruch am Roten Berg 2,96

5. *Helianthemum polifolium*.

- Ein einziges Exemplar, das ich mit anderen Kalkpflanzen am Waldrand der Leite in der Senkung fand, zeigte im Gesamtboden, der dunkelgefärbt, aber graue, feste Mergelstückchen enthielt, an Karbonat 3,08

2. Kalkpflanzen auf der Leite, die dort nicht heterotopisch sind, sondern auf wirklich kalkfreiem Boden wachsen.

1. *Cytisus nigricans*.

1. Im Krainbergwald, auf humosem Boden, mit dem Erdborher die Bodenschicht bis zu 40 cm gleichmäßig genommen 27,50
2. Hinter der Scherenburg in Gemünden, aus dem Wald, Buntsandstein, Boden der Wurzeln = 0

2. *Cervaria rigida*.

1. Am Rand des Leitewaldes auf echtem Röt mit *Amellus* und *Anthemis tinctoria* 1,81
2. An einer anderen Stelle, auf Röt, am Leitewaldrand = 0

3. *Hippocrepis comosa*.

1. Auf der Südseite des Maingestellgrabens mit dem Erdborher gelblichgrauen Boden bis zu 40 cm Tiefe

genommen: Erde von 10—20 cm Tiefe	= 56,00
„ „ 20—40 cm „	68,64
2. Pflanzen auf dem Kopf der Leite gegen den Bahnhof	= 0.

4. *Anthemis tinctoria*.

2. Auf graurötlichem Weinbergsboden, in dem Niveau des obersten Buntsandsteins	12,96
2. Auf grauem Boden in einem Weinberg in der Nähe der Breccie (Wellendolomit des Krainbergs)	9,78
3. In Ritzen des echten Wellenkalks, Burgweg, Mühlbach	32,39
4. Ebenda, auf einem Wellenkalksims	26,82
5. Auf Rötboden am Rande des Leitewaldes gegen den Krainberg	4,55
6. Auf den Buntsandsteinhalden des Steinbruchs, in zahllosen Exemplaren. (Schutt aus dem Voltzienniveau)	= 0

5. *Vulneraria*.

1. Aufstieg zur Leite am Bahnhof Gambach, roter Boden	% 6,25
2. Ebenda, an einer zweiten Stelle	3,18
3. Kopf der Leite, mehrere Quadratmeter sehr schöne <i>Vulneraria</i> -Pflanzen	= 0
4. Über dem Aufstieg zur Leite	= 0

6. *Pulsatilla*.

1. In der Senkung der Leite, wo <i>Amellus</i> , <i>Cervaria</i> , <i>Helianthemum vulgare</i> u. a. Kalkpflanzen stehen	% 2,27
2. An einer zweiten Stelle dort, mit 0,5 mm Sieb	2,28
3. Am Kopf der Leite auf Buntsandstein	1,70
4. Ebenda, andere Stelle	= 0
5. Am Aufstieg zur Leite vom Bahnhof, Buntsandstein	= 0
6. Am Dolomitbruch des Krainbergs	48,29
7. Andere Stelle, ebenda	53,64

7. *Inula hirta*.

1. In der Senkung der Leite	1,70
2. Am Leitewaldrand bei den Steinbrüchen	= 0

Am Hang des Leitewaldes gegen das Gambacher Tälchen, unmittelbar am Aufstieg vom Bahnhof stehen Dutzende von *Anemone silvestris* (8), auf absolut kalkfreiem Sandstein. — Dort auch *Phleum Boehmeri* und *Fragaria collina*.

9. *Galium glaucum*.

- | | | |
|---|---|------|
| 1. Auf halber Höhe des Roten Berges, am Weinbergspfad, auf rötlichem Boden, Karbonat des Gesamtbodens | % | 5,91 |
| 2. Dieselbe kräftige Pflanze am Waldrand der Leite, auf der Höhe, Rötboden | | = 0 |

10. *Alyssum montanum*.

- | | | |
|--|---|------|
| 1. Auf Röt, am Rand des Leitewaldes, in der Nähe des Senkung | % | 3,98 |
| 2. Ebenda, an anderer Stelle | | = 0 |

3. Kieselpflanzen der Leite.

1. *Teucrium Scorodonia*.

- | | | |
|---|---|--------|
| 1. Pflanzen im Leitewald. Spuren von Karbonat | % | = 0 |
| 2. Aus dem Wald hinter der Scherenburg bei Gemünden | | = 0 |
| 3. Gartenpflanzen. Hort. bot. Wirceb. | | |
| a) Aus der Unterfränkischen „Gliederung“ | | = 3,98 |
| b) Aus dem „System“ | | 4,21 |
| c) Aus den „Arzneipflanzen“ | | 3,75 |

2. und 3. *Calluna* und *Vaccinium*.

- | | | |
|---|---|------|
| Am Hang der Leite, nebeneinander wachsend auf Röt, Karbonat | % | 3,41 |
|---|---|------|

4. *Sarothamnus scoparius*.

- | | | |
|---|---|-----|
| 1. Zahlreiche Büsche in einer Schlucht vor Wernfeld, mainaufwärts der südlichste Standort meines Gebietes. Karbonat | % | = 0 |
| 2. Bad Orb, auf unterem Buntsandstein | | = 0 |
| 3. Ebenda, auf Leberschiefer, am Molkenberg | | = 0 |
| 4. Bad Ems, am Bäderley. Karbonat | | = 0 |

II.

Bodenphysikalisches und Klimatisches.

I. Bodenbau. II. Bodenwasser. III. Temperatur. IV. Hygro-
metrisches. V. Anemometrie.

I. Bodenbau (Bodenmorphologie).

1. Bodenprofil.

Bei der Betrachtung der chemischen Beschaffenheit haben wir in einem kleinen Kapitel bereits Kenntnis erhalten, daß der Boden im senkrechten Durchschnitt in verschiedener Höhe einen sehr verschiedenen Karbonatgehalt besitzen, wie auch verschiedenes physikalisches Verhalten aufweisen kann.

Wir haben damit das sog. „Bodenprofil“, den „senkrechten Schnitt“ des Bodens (Nowacki S. 29—53), die „Schichtenfolge“ (Ramann S. 231—235) berührt, dessen Hauptteile, oberer und unterer, unter dem Namen „Krume“ und „Untergrund“ bekannter sind.

Es wird nötig sein, daß wir hier eine allgemeinere Betrachtung des Bodenprofils auf dem Wellenkalk anstellen.

Beim Kulturboden, in der Landwirtschaft, ergab sich ganz von selbst, daß man auf dem Ackerfeld eine obere Schicht, die von den Werkzeugen bearbeitet und gleichmäßig gemacht und die gewöhnlich durch Pflanzen- und Tierreste braun oder schwärzlich gefärbt ist, die Ackerkrume und darunter eine unbearbeitete, unveränderte (unverwitterte) Schicht, den Untergrund unterscheiden mußte.

Wenn auch das Kriterium, das auf dem Kulturboden für die Entscheidung maßgebend ist, auf dem Natur-(Wild-)Boden gar nicht angewendet werden kann, so ist gleichwohl der Regel nach auch im Wildboden eine obere, der Krume entsprechende Schicht, in welcher die Hauptmasse der Wurzeln sich findet, und durch Absterben derselben Humus entsteht, zu unterscheiden, für die wir den Namen Krume, Obergrund (Now.) oder Oberboden (Ram.) anwenden werden. Der darunter liegende oder weniger verwitterte Boden, in dem in den meisten Fällen die Wurzeln noch sehr bedeutungsvoll Eintritt nehmen, mag bei uns auch „Untergrund“ heißen.

Ramann, der mit dem Waldboden rechnet — im Grunde genommen ein Mittelding zwischen Wild- und Kulturboden — und

für den Forst selbstverständlich große Tiefen im Auge behalten muß, hat zwischen den oben genannten zwei Teilen des Profils noch eine mittlere halbverwitterte Schicht unterschieden, in der „die hauptsächlichste Verbreitung der Baumwurzeln stattfindet“. Seine Dreiteilung des Bodens lautet: Oberboden, Unterboden und Rohboden. Für unsere wesentlich kraut- und staudenartigen Pflanzen genügt, soweit ich Erfahrung habe, die übliche Zweiteilung.

Obergrund.

Es gibt Fälle, in welchen eine Teilung des Bodens im Ober- und Untergrund nur künstlich und willkürlich möglich erscheint. Das ist z. B. bei den Böden, die aus echtem Wellenkalk hervorgehen, bei den Fels- und Schotterlehm am Neuberg, Steilweg, Krainberghang usw. der Fall. Da wächst der oberflächlich grobkörnige Schotter nach unten ganz allmählich zu normalem und unverändertem Gestein zusammen. Nirgends kann man eine bestimmte Stelle bezeichnen, wo chemisch oder physikalisch eine scharfe Grenze ist.

Den krassesten Gegensatz dazu, Ober- und Untergrund scharf gegeneinander abgeschnitten, finden wir auf dem Plateau, wenn der Obergrund aus Löß besteht. Dieser nach Farbe, Körnung, chemischer Beschaffenheit so appert charakterisierte Teil erscheint scharf abgesetzt gegen den Untergrund, der aus Schaumkalk (hoher Kalbenstein), echtem Wellenkalk (Krainberg) oder Mergelschiefer besteht. Es gibt aber Fälle, wo auch hier Mischungen an der Grenze stattfinden.

Aber auch ohne daß Löß mit ins Spiel kommt, können beim reinen Verwitterungsboden große und scharfe Gegensätze zwischen Ober- und Untergrund auftreten; beispielsweise, wenn aus Mergelschiefer entstandener staubförmiger Boden, auf einer harten Wellenkalk-, auf einer Myophorienplatte aufliegt. Oder wenn angeschwemmter feiner Mergelboden einen harten Wellenkalksims bedeckt. — An der Grenze des Wellendolomits gegen den Röt habe ich den Fall gesehen, daß grauer ziemlich kalkhaltiger Obergrund auf rotgefärbtem Untergrund liegt.

Wie schon öfter hervorgehoben, ist es eine maßgebende Eigentümlichkeit des Obergrundes auf unserem Gebiet, daß er eine außerordentlich geringe Mächtigkeit besitzt, sehr flachgründig ist.

In der später folgenden Betrachtung der Wasserkapazität unserer Bodenarten, wird ausführlich zu zeigen sein, daß lange

nicht alle Bodenarten unseres Wellenkalkes, wie man glauben könnte, an sich eine besonders geringe Wasserkapazität haben — im Gegenteil, Löß und Mergel z. B. haben unter Umständen größere Kapazität als unsere besten Kulturerden. Was aber auch diese dann außerordentlich „dürr“ machen kann, ist ihre minimale Mächtigkeit.

Auf dem Plateau kommt es vor (z. B. Maingestellgraben, Neuberg), daß auf quadratmetergroßen Myophorienplatten der Obergrund nur Messerrücken dick liegt, gleichwohl Zwergpflänzchen nährend. — Auf den eben genannten Sims, welche von harten Bänken im echten Wellenkalk gebildet werden, bewohnen *Koeleria* und *Brunella* eine Mergelerde häufig von nur 5—10 cm Dicke, wahre Filzfladen mit ihren Wurzeln bildend. Recht häufig ist freilich auch Obergrund von 10—25 cm Mächtigkeit, dickerer ist nicht mehr gewöhnlich, und von geringer Erstreckung. — Ein Beispiel, das zugleich zeigt, wie bei ein und derselben Pflanze, die Krume an verschiedenen Stellen des Gebietes, recht verschieden sein kann, nehme ich von *Teucrium montanum*.

1. Neuberg I, Mergelschieferboden, Krume 12 cm (darin 17,52 % Karbonat, während der Untergrund 44,32 % besitzt).
2. Neuberg III, ähnlicher Boden, 22—25 cm Gründigkeit. Pflanzen sehr gut gedeihend.
3. Ebenda messerrückendicke Krume, auf einer rissigen Myophorienplatte, durch welche Wurzeln in die Tiefe gehen. Zwergpflanzen.

Weitere Beispiele von Mächtigkeit des Obergrundes sind da und dort in den Untersuchungstabellen angeführt.

Für die Mächtigkeit der Krume des Wildbodens eine besondere Nomenklatur zu schaffen, liegt vorläufig kein Grund vor. Für die Kulturböden war eine solche Bedürfnis. Sie ist allerdings sehr einfach. Nach Ramann (S. 234) wäre unser Boden in die unterste Skala der Mächtigkeit zu stellen und müßte „sehr flachgründig“ heißen; 15—32 cm „Gründigkeit“ heißt der Boden „flachgründig“. „Mittelgründiger Boden“ (30—60 cm) ist bei uns eine große Seltenheit. Nach Nowacki ist 10—12 cm tiefer Obergrund „flach“, 25—30 tiefer „tief“ zu nennen (S. 49).

Untergrund.

Wie außerordentlich durchlässig der Untergrund der meisten Wellenkalke ist, geht im allgemeinen schlagend daraus hervor,

daß nicht im Wellenkalk, sondern erst unter demselben, im Röt, ein Quellenhorizont sich bildet. Das Wasser rinnt also ungehindert durch ersteren, und fängt sich erst im letzteren. Ein weiterer Beweis bietet sich auch darin, daß der an sich wenig oder gar nicht karbonathaltige Röt durch permanente Infiltration mit Wellenkalkwasser kristallinische Kalkausscheidungen stellenweise recht auffallend enthält.

Der eigentliche Wellenkalk mit seinen ebenen oder wulstigen Absonderungsplatten von geringer Fläche und Dicke ist selbstverständlich ein äußerst durchlässiger Boden. — Am alleraugenfälligsten erscheint die Durchlässigkeit des Untergrundgesteins bei den Mergelschiefern, z. B. auf dem Maingestellplateau und Neuberg. Dort liegt das Gestein in wesentlicher Mächtigkeit, von einem Meter und mehr, in fast papierdünne Platten und Plättchen zerfallen, die auch senkrecht von zahlreichen Rissen und Spalten durchsetzt sind. Nichts beweist mehr die überaus große Wegsamkeit dieser Schiefer für Wasser, als die Tatsache, daß hier der Löß öfter 1 ja selbst 2 m tief zwischen den Schiefer hinunter geschwemmt ist.

An manchen Stellen sieht es aus, als ob der aus Mergelschiefer bestehende Untergrund lose hingeschüttete Scherben in größter Unordnung wären. An anderen Stellen sind fingerdicke Kalksinterkrusten auf den Schieferplatten abgelagert; die Wurzeln von *Teucrium montanum*, der *Helianthema*, *Thymus* usw. gehen mit leichter Mühe metertief in den Untergrund und bleistiftdicke Wurzeln von Holzgewächsen, zumal der Schleehe, lassen sich bis in 2 m Tiefe verfolgen. Und zuletzt noch: Zwischen den kaum sichtbaren horizontalen Spalten der dünnen Mergelschieferplättchen, findet man als Zeichen ihrer dennoch vorhandenen Wegsamkeit die schönsten Wurzelabdrücke und wahre Teppichstücke fein verfilzter Wurzeln.

Profilbilder.

Um eine Vorstellung vom Bau des Wellenkalkbodens auf meinem Gebiete zu geben, habe ich nachstehend eine Anzahl Profilskizzen nach der Natur gezeichnet, wie sie sich auf dem Plateau des Kalbensteins und des Maingestells gefunden haben. Sie waren durch Abgrabungen bei der Gewinnung von Steinmaterial frisch entstanden.

In allen ist, wie man sieht, der Obergrund durch Löß gebildet, der, nebenbei bemerkt, gewöhnlich kaffeebraun, mehlig fein

und so gut wie völlig kalkfrei ist. Unmittelbar unter demselben als Untergrund Mergelschiefer oder die oberste Schaumkalkbank.

Im speziellen stellen sich die Fälle folgendermaßen dar:

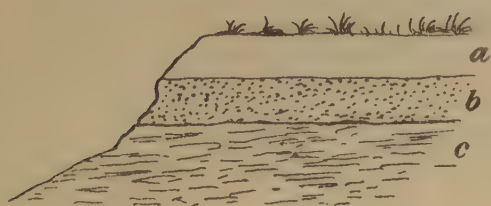


Fig. 1.

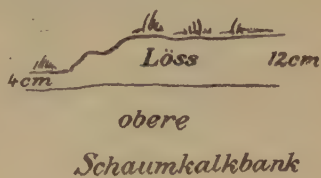


Fig. 2.

Fig. 1. Der Obergrund besteht aus einer mäßigen kaffeebraunen Lößschicht (a), die dem Schaumkalk (b) direkt aufliegt. Die typische Zwergvegetation wächst auf dem kalkfreien Löß, kommt aber sofort mit ihren Wurzeln auf den festen Untergrund, auf dem die Wurzeln kriechen, ev. durch zufällige Spalten tiefer eindringen in den unterlagernden Mergel (c).

Fig. 2. Ein analoger Fall, nur daß hier die Ungleichheit der Lößschicht sichtbar wird.

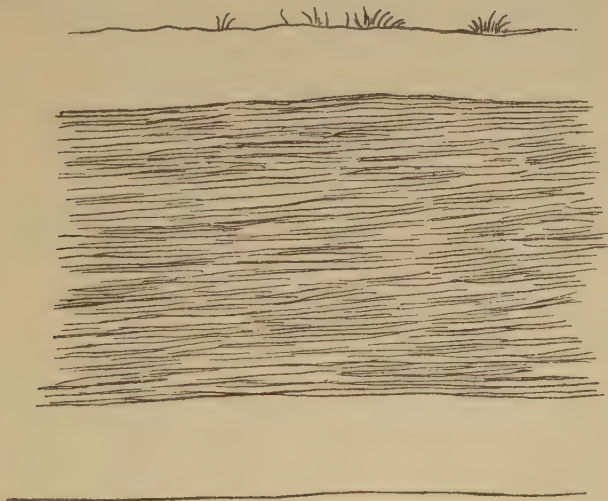


Fig. 3.

Fig. 3 und 4. Beide Figuren zeigen die Fälle, wo unter einer dünnen Lößschicht als Obergrund, eine ansehnliche sehr durchlässige Mergelschieferschicht Untergrund ist. In Fig. 3 ist die Lößschicht (a) 22 cm stark, darunter 80 cm dünner Schiefer (b),

von Schaumkalk (c) unterlagert. In Fig. 4 ist die Lößschicht (a) als Obergrund nur 3 cm dick, die Wurzeln gelangen alsbald in den 50 cm starken dünn-schieferigen, mergeligen Untergrund (b) und ev. in die Schaumkalkbank (c).

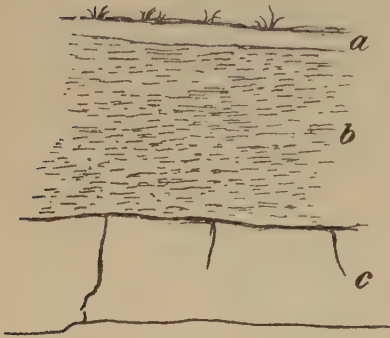


Fig. 4.

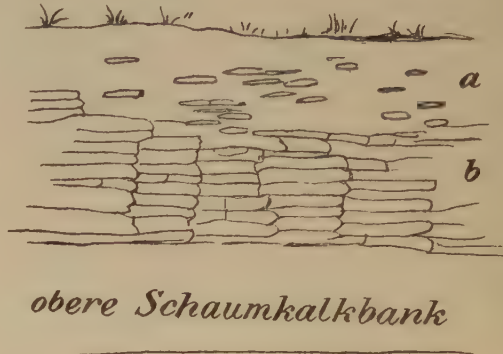


Fig. 5.

Fig. 5. Der aus dickschieferigem Mergel bestehende Untergrund (b) von 50 cm verliert sich nach oben allmählich in den kalkfreien Lößobergrund (a), der nur 13 cm Mächtigkeit hat. Ein Fall, wo der an sich kalkfreie Obergrund für die Pflanze durch die Schieferstücke kalkhaltig wird.

2. Körnung.

Methode.

In den Untersuchungen über die Körnung des Bodens wildwachsender Pflanzen hatte ich, da ich keinen Vorgänger habe, freie Hand; und es durften ausschließlich meine eigenen Interessen maßgebend sein, welche Lochgröße im Sieb die Grenze von Skelett und Feinerde bestimmen sollte.

Bei den Kulturböden hat man sich bekanntlich bis auf den Tag noch nicht geeinigt (Wahnschaffe S. 22). Während Knop das $\frac{1}{4}$ -Millimetersieb für die Scheidung von Skelett und Feinerde anwendet, nimmt Fesca für seinen „Feinboden“ ein Sieb von 4 mm Lochweite. Dazwischen bewegen sich die Maßnahmen von Grandeau mit 1 mm, Wahnschaffe mit 2 mm und endlich von E. Wolff und Schöne mit 3 mm Weite.

Ich selber ging bei der Wahl des Siebes von dem Satze aus, daß der feinste Boden der wirksamste ist. Dieselbe Gewichtsmenge Boden hat im Pulverzustand eine ganz andere Wirkung, als wenn sie in 1 oder 2 oder 3 mm großen Trümmern vorhanden ist.

Nicht allein, daß sie in ersterem Falle in viel reichere und innigere Berührung mit der Wurzel und ihren Haaren kommt, es hängen ja auch die physikalischen Eigenschaften des Bodens in erster Linie von der Größe des Kornes ab.

Mir scheint es, daß man die ganze Bedeutung des Bodens um so richtiger beurteilen kann; je genauer man die Menge der feinsten Bodenbestandteile kennt.

Aus diesem Grunde habe ich mich für das 0,5-Millimetersieb entschieden und nenne Feinerde (Ram. S. 216) alles was kleiner, Skelett, das was größer ist als $\frac{1}{2}$ mm.

Als Siebe gebrauchte ich die von Dr. Rob. Muencke in Berlin (Katal. 62, S. 542) gelieferten, sehr genau gearbeiteten Rundlochsiebe (Alex. Müller) und zwar fünf Einheiten in mm 0,5—1,0—2,0—4,5—7,0. Größe der Siebplatte 10 cm.

Der Natur des Gegenstandes nach mußte ich mit geringen Erdmengen arbeiten. Ich nahm 50 g gut als Mittel ausgewählte Substanz, auch in den Fällen, wo ich event. eine größere Substanzmenge hätte verwenden können. Ich habe mich durch wiederholte Bestimmungen desselben Bodens überzeugt, daß man mit diesen Mengen bei sorgfältiger Überlegung und Ausführung für meine Intentionen recht gut übereinstimmende Zahlen erhält. So habe ich z. B. bei dem sehr ungleichen Boden von *Festuca glauca* in nacheinander gemachten zwei Bestimmungen einmal 69,45 %, das zweite Mal 70,96 % Skelett erhalten. Bei einer ebenso ungleichen Erde von *Sesleria* 67,7 % und 69,1 % Skelett. Bei skelettarmem Boden stimmen verschiedene Bestimmungen bis $\frac{1}{2}$ % miteinander überein. Wie weit die Zahlen der Körnung in diesem Falle übereinstimmen und befriedigen, mag folgendes Beispiel lehren:

Sesleria-Halde, Höhe des Krainbergs.

Von zweimal je 50 g wurde eine Skelettbestimmung gemacht.

Sie ergab: a) 71,26 %, b) 67,6 %.

Die Körnung ergab bei a):	%	bei b):	%
> 7 mm	21,11 g = 42,22 ¹⁾	16,89 = 33,78 ³⁾	
> 4,5 „	7,56 „ = 15,12 ²⁾	9,51 = 19,04 ⁴⁾	
> 2 „	4,29 „ = 8,58	4,66 = 9,32	
> 0,5 „	2,53 „ = 5,06	2,83 = 5,66	
	<u>35,49 (70,98)</u>	<u>33,89 (67,78)</u>	

1) 31 Steinchen.

2) 63 Steinchen.

3) 25 Steinchen.

4) 70 Steinchen.

Hier mag denn auch mit einem Beispiel belegt werden, wie, selbstverständlich, die Karbonatbestimmungen verschieden ausfallen, wenn man verschiedene Siebweite zur Bestimmung nimmt.

Ein Sesleriaboden (Krainberghöhe) ergab bei der gewöhnlichen Siebweite von 0,5 mm = 44,20 % Karbonat, bei Lochweite 2 mm = 51,43 % Karbonat.

Ein analoges Beispiel ist oben S. 22 u. 23 Nr. 5 und 6 vom Löß angeführt.

a) Skelett und Feinerde von fünf Hauptbodenarten.

1. Felslehne (Schotterboden).

Ort	Vegetation	Skelett %	Feinerde %	Bemerkungen Wassergehalt %
1. Steilweg am Main- gestell, oberflächl. Schicht	Teucrium mon- tanum, Thymus Sesleria, Hel. canum	42,82	57,18	13,6
2. Ebenda 2 cm tief		46,73	53,27	10,8
3. Nordseite d. Main- gestellgrabens	Die gewöhnlichen Wellenkalkpflanzen	51,04	48,96	—
4. Am Neuberg	Teucrium mon- tanum	43,87	56,13	11,22
5. Am Hammersteig	Zwergvegetation	65,62	34,38	8,40

2. Sesleria-Halde.

1. Steilweg, 2 cm unter der Ober- fläche, 30. März 07	H. canum und polifolium, Teu- crium montanum	62,82	37,18	7,29
2. Oberfl. Schichte, vom 21. Januar	Desgl.	63,62	36,38	2,47
3. Ebenda, 7. April 07	—	47,34	52,66	3,80
4. Ebenda, andere Stelle	—	71,26	28,74	—

3. Zwergboden.

1. Lößboden, Neu- berg	Koeleria, Carex humilis, Teucrium mont., Helianth. canum	10,76	89,22	—
2. Mergelboden Maingestell II	Pulsatilla, Fest. ovina, Thymus usw.	43,36	56,64	6,39

4. Schlemmboden.

Ort	Vegetation	Skelett %	Feinerde %	Bemerkungen
1. Neuberg	Brachypodium	0	100	Der ganze Boden geht durch das 0,5 mm-Sieb
2. Höhe des Main-gestellgrabens	Brunella, Koeleria, Brachypodium	0	100	Desgl.
3. Im Maingestell-graben	—	5,63	94,37	

5. Rötboden.

Ort	Vegetation	Skelett %	Feinerde %	
1. Walrand der Leite	Inula hirta	33,24	66,76	
2. Ebenda	—	18,0	82,0	
3. Ebenda	Origanum, Anthemis tinctoria	26,70	73,30	
4. Ebenda	—	35,0	85,0	

b) Skelett und Feinerde von Charakterpflanzen.

1. Festuca glauca.

Ort	Skelett %	Feinerde %	Bemerkungen
1. Bestände auf dem Kalbensteinplateau	65,8	34,2	Karbonat % 46,59
2. Bestände über dem Felzsturz	42,6	57,4	64,77
3. Felslehne am Krainberg.	69,48	30,52	51,13
4. Bei der Schirmeiche im Falkengraben	77,00	33,0	48,69

2. Melica ciliata.

1. Kalbensteinplateau.	81,6	18,94	60,24
2. Neuberg III	35,66	64,34	57,95
3. Hinter dem Burgweg	70,80	29,20	44,32

3. Teucrium montanum.

1. Am Fuß des Falkengrabens	93,6	6,4	Ein Riesenexemplar. — Bodenkorn erbsengroß
2. Neuberg I	36,62	63,38	—

Ort	Skelett %	Feinerde %	Bemerkungen
-----	--------------	---------------	-------------

4. *Lactuca quercina*.

1. Geröllboden

(echter Wellenkalk)

	34,50	65,50	—
2. „ „	42,78	57,22	—
3. „ „	33,20	66,80	—
4. „ „	64,54	35,46	—

5. *Helianthemum canum*.

1. Am Steigbild

36,8 63,2

Körnung erbsen-
bis hirsekorngroß

2. Ebenda

59,58 40,50

—

6. *Brunella grandiflora*.

Am Steigbild

10,4 89,6

—

7. *Brachypodium pinnatum*.

1. Krainberg

52 48

Vom Skelett waren
41 % größer als
4,5 mm

2. „

13,8 86,2

—

3. Bei Veitshöchheim

7,4 92,6

—

4. Ebenda, am Bahndamm

32,89 67,11

—

8. *Pilosella*.

1. Hammersteig

38,36 61,64

Einzelnauf offenem
Boden

2. Ebenda

35,66 64,34

—

3. „

54,26 45,74

Mit Achillea,
Potentilla, Cera-
stium usw. ge-
schlossen wachsend

4. Neuberg I

5,4 94,6

—

9. *Stipa capillata*.

1. Falkengraben, unterer Gürtel

33,60 66,40

Karbonat %

32,38

2. Am Ilb

37,18 62,82

9,57

3. Am Rosenholz (Löß!)

0,16 99,84

—

Skelett %	Feinerde %	Bemerkungen Karbonat %
--------------	---------------	---------------------------

10. *Koeleria cristata*.

1. Über dem Felssturz, 20. Mai

1903	0,69	99,31	1,37
------	------	-------	------

2. Ebenda	3,58	96,42	5,50
-----------	------	-------	------

3. Maingestell I, Plateau, 27. März

1903	13,59	86,41	15,0
------	-------	-------	------

4. An der Schirmeiche	13,60	86,40	9,4
-----------------------	-------	-------	-----

5. Maingestellhang	24,36	75,64	15,50
--------------------	-------	-------	-------

6. Ebenda	27,80	72,20	18,37
-----------	-------	-------	-------

7. Neuberg	28,04	71,96	17,50
------------	-------	-------	-------

Es ist mir nicht möglich gewesen, so zahlreiche Skelettanalysen von den einzelnen Charakterpflanzen des Gebietes zu machen, daß daraus sichere Schlüsse gezogen werden können, ob dieselben an bestimmte Prozentgehalte gebunden sind; dazu reicht die Arbeit eines Einzelnen nicht aus.

Gewiß ist von vornherein anzunehmen, daß die Pflanzen anpassungsfähig genug sind, auf Boden sehr verschiedener Prozente auszuhalten, aber ebenso wahrscheinlich, daß sie gewisse Prozentgrenzen vorziehen, also einen Normalprozentgehalt haben. Das zeigen einige meiner Pflanzen, die ich ausreichend analysiert habe, recht deutlich. So sind *Festuca glauca* (1), *Melica* (2), auch *Teucrium montanum* Pflanzen, die sehr skelettreichen Boden lieben, *Brachypodium* (7), *Pilosella* (8), auch *Stipa* und *Koeleria* Feinerde liebende Pflanzen.

c) Skelett, Feinerde, Wassergehalt natürlicher Böden.

Ort	Skelett	Feinerde	Natürl. Wassergehalt %
1. Moosiger Waldboden der Leite, 18. April 1907	22,36	77,64	28,8
2. <i>Calluna</i> , eod., Waldrand daselbst	7,20	92,80	20,0
3. Rötboden, eod. ebenda	33,0	70,0	13,28
4. Haldeboden am Krainberg, Dolomitbruch links, 18. Febr. 1905	31,66	68,34	—
5. Sesleriahalde am Steilweg, 17. Febr. 1905	49,50	50,50	3,80

	Skelett	Feinerde	Natürl. Feuchtigkeit %
6. Zwergboden vom Maingestell-plateau 5. April 07.	43,36	56,64	6,39
7. Boden einer Bergwiese bei Lohr (Buntsandstein), Frühling	12,76	87,24	26,15
8. Gartenerde, Arzneipflanzen-quartier im bot. Garten 20. Sept. 1907. 5 cm unter der Oberfläche. Sehr trockenes Wetter.			
a) Erste Probe	34,56	65,44	4,80
b) Zweite Probe in der Nähe	38,40	61,60	6,4
c) Dritte Probe entfernter	29,80	70,10	11,0

d) Korngröße.

1. Normaler Boden von *Helianthemum canum*, Krainberg. Südwest.

Zwei Parallelversuche von verschiedenen Stellen.

a) 72,6 g Substanz; Skelett waren 47,09 %; von dieser Substanz waren:

$$\begin{aligned}
 &> 2 \text{ mm also zwischen} \\
 &0,5 \text{ und } 2 \text{ „} = 16,45 = 22,66 \% \\
 &> 4,5 \text{ „ also zwischen} \\
 &2 \text{ und } 4,5 \text{ „} = 15,66 = 21,57 \% \\
 &< 4,5 \text{ „} = 40,50 = \underline{55,79 \%} \\
 &\qquad\qquad\qquad 72,61
 \end{aligned}$$

b) 50 g Substanz ergaben 28,05 Skelett = 56,10 %
Davon war:

$$\begin{aligned}
 &> 2 \text{ mm, d. h. zwischen } 0,5 \text{ und } 2 \text{ mm} \\
 &\qquad\qquad\qquad = 4,57 = 16,3 \% \\
 &> 4,5 \text{ also zwischen } 2 \text{ und } 4,5 \text{ mm} \\
 &\qquad\qquad\qquad = 4,3 = 12,1 \% \text{ des Skeletts} \\
 &< 4,5 = 19,8 = 71,6 \%
 \end{aligned}$$

2. Mergelboden mit Zwergpflanzen.

Vom Maingestell II, Plateau, 5. April 1907. Aus den verflochtenen Wurzeln gesellig wachsenden *Pulsatilla*, *Helianthemum polifolium* und *canum*, *Festuca ovina*, *Thymus*, *Brunella*.

Natürliche Feuchtigkeit 6,39 %. Volle Kapazität 40,0 %.

Das Gesamtskelett wog 43,36 g.

Davon war:

< 7	mm	24,92	(Steinchen bis 1 cm groß)
< 4,5	„	7,16	
< 2	„	5,36	
< 1	„	5,58	
		<hr/>	
		43,02	

3. Rötboden vom Waldrand des Roten Berges.

100 g hatten 33,4 g Gesamtskelett. Davon waren:

	< 7 mm	< 4,5	< 2	< 1	< 0,5
	6,0	3,32	8,60	10,4	0,8
% des Skeletts	18,04	9,9	25,8	31,3	14,4

4. Schotterlehne am Hang des Maingestells in den Graben.

Der Boden wog frisch 172,57, trocken 149,02, hatte also 13,6 % Wassergehalt.

Das Gesamtskelett betrug 80,07 = 51,04 %. Davon waren

	< 7 mm	< 4,5 mm	< 2 mm	< 1 mm	< 0,5 mm
Skelett	36,17	16,35	15,81	10,80	2,94
% =	45,17	20,4	17,2	13,5	3,6

5. Schotterboden mit *Teucrium montanum* vom Hammersteig.

Frischgewicht 115,870, trocken 102,95, Wassergehalt 11,22. Gesamtskelett 45,17 (= 43,87 %). Davon

< 7 mm	< 4,5 mm	< 2 mm	< 1 mm	0,5 mm
25,57	6,04	5,96	7,60	nur wenige Körn-
				chen.

Prozente fast ebenso.

6. Kleinkörnige Schotter vom Hammersteig mit Zwergvegetation.

Lufttrocken 141,720. Enthält 8,40 % Wasser. Skelettgewicht 92,99 = 65,5 %. Davon

< 7 mm	< 4,5 mm	< 2 mm	< 1 mm	< 0,5 mm
51,325	20,99	10,525	7,55	2,60
65 Steinchen	ca. 100	ca. 400		
%	36,2	14,8	7,4	5,3
des Trockenbodens.				1,8

7. Schotterboden von der Felslehne am Steilweg.

Echte Felslehne mit *Teucrium montanum*, *Sesleria Helianthemum canum*, *Thymus*, *Rosa pimpinellifolia*, *Libanotis*.

a) Der Boden unmittelbar unter der Oberfläche. Frisch 129,39, trocken 111,820, Wasser 13,6, Skelett 47,845 = 42,82 %. Davon

< 7 mm	< 4,5 mm	< 2 mm	< 1 mm	< 0,5 mm
12,0 (1,9)	8,48 (12,05)	12,680 (11,3)	12,475 (7,6)	2,20 (10,7)

b) 1—2 cm unter der Lage a). Frisch 123,22, lufttrocken 109,81, Wasser 10,8 %. Gesamtskelett 51,320 = 46,73 %. Davon

< 7 mm	< 4,5 mm	< 2 mm	< 1 mm	< 0,5 mm
22,580	9,940	10,290	8,510	Spuren
% 20,6	9,0	9,4	7,9	0

des Trockenbodens.

II. Wassergehalt des Bodens.

Seit den grundlegenden Untersuchungen von Schübler ist ein unbestrittener Satz allerersten Ranges in der Bodenkunde, daß der Wassergehalt des Bodens — ich vermeide einstweilen das mehrdeutige Wort Kapazität — in erster Linie zusammenhängt, abhängig ist von der Körnigkeit des Bodens (Nowacki S. 66; Ramann S. 246).¹

Ich hatte bei meinen Untersuchungen rein empirisch — ohne mich um theoretische Bodenkunde gekümmert zu haben — immer wieder die Erfahrung gemacht, daß Korngröße und Wassergehalt des Bodens umgekehrt proportional sind; kein Wunder auf einem Boden, dem man diese Tatsache bei seinen Kornextremen einfach mit den Augen ansehen kann.

Bei der Folgeschwere dieses Satzes habe ich es für richtig gefunden, ihn durch spezielle Versuche auch zahlenmäßig zu belegen. Ich habe solche Belege nicht bloß für den Wellenkalk, sondern auch für Röt, Leberschiefer und Basalt. Sehr schöne Beispiele finden sich bereits im vorhergehenden Kapitel über den „Bodenbau“ in der Tabelle 2 a und 2 c.

Neben diesem Fundamentalsatz für die Standortslehre steht im Abschnitt 3 c ein Satz von nicht minderer Wichtigkeit, der, daß sich diese Verschiedenheit des Wassergehalts auf kleinstem Raum bewährt; Belege dafür auch an anderen Stellen zerstreut.

Die anderen Abschnitte zeigen den Einfluß leicht verständlicher äußerer Faktoren auf den Wassergehalt und außerdem absolute Zahlen des Wassergehaltes auf unseren Böden, zum eventuellen späteren Vergleich mit Böden anderer Gegenden.

Der Abschnitt 8 wird zum Verständnis der Ursachen unseres Xerophytismus beitragen.

Zur Methode der Wasserbestimmung.

Ich habe ganz allgemein, um den Wassergehalt meiner Erden festzustellen, Mengen, die selten unter 100 g betragen, nicht, wie üblich bei 100—110 oder 120° getrocknet, sondern die Erden freiliegend lufttrocken und zwar zimmerlufttrocken werden lassen. Mehr wie lufttrocken können doch gewiß die Erden in der freien Natur nicht werden. Ich finde also durch meine Bestimmungen wieviel Wasser die Erden im Freien höchstens noch hätten verlieren können.

Ich habe aber auch wiederholt mit meinen Böden Versuche angestellt über die Größe der Differenz zwischen meinen lufttrockenen und den bei 110° getrockneten. Ich fand sie so gering, daß ich bei meinen Zahlen völlig beruhigt sein darf. Einige Beispiele:

	%
1. Sesleriaboden von Erlabrunn, lufttrocken	15,44
4 Stunden bei 100°	= 16,22
nach 12 Stunden	konstant.
2. Derselbe Boden von anderer Stelle daselbst lufttrocken	14,39
bei 100° 6 Stunden	15,01
nach weiteren 4 Stunden	=
3. Sesleriahalde vom Krainberg, 11. März 1909, lufttrocken	9,54
bei 100° getrocknet	=
4. Rötboden vom Waldrand der Leite, lufttrocken	14,27
eodem 10 Stunden bei 100°	14,95
5. Ackererde von Erlabrunn, in der Ebene lufttrocken	21,84
bei 100°	21,75
6. Schotterboden vom Krainberg, lufttrocken	12,11
bei 100° getrocknet	=
7. Das Gleiche aus der nächsten Nachbarschaft, lufttrocken	16,42
6stündig bei 100°	16,65

Beispiele von Wassergehalt und Skelett.

	Wassergehalt. Skelett %	
1. Schotterboden, auf der Felslehne am Neu- berg I. Hauptvegetation: offene Bestände von <i>Teucrium montanum</i>	11,22	43,87
2. Derselbe, aus dem Maingestellgraben; Süd- hang	12,8	51,04
3. Derselbe, vom Hammersteig	8,4	65,62
4. Schlemmboden, Mergel auf Neuberg III. Von 3 verschiedenen Stellen: a)	23,1	—
b)	24,08	—
c)	21,5	—
5. Basaltboden, aus dem Basaltbruch Hoher Berg, Bad Orb:		
a) Feinkörniger Boden	13,69	41,08
b) Grobkörniger „ a)	6,39	} 80,1
b)	6,93	
6. Leberschiefer vom Molkenberg, ebenda:		
a) Feinkörniger Boden	10,86	25,10
b) Grobkörniger „ 2 mal	4,80	} 90,8
	4,60	
7. Rötboden vom Roten Berg, mit <i>Pulsatilla</i>	5,9	38,6
8. Roter Sandsteinboden, Cap San Martino bei Lugano	6,45	52,8
9. Sesleriahalde. Böden von den verschieden- sten Stellen des Gebietes am Maingestell:		
Steilweg, 19. April 1907	8,79	63,0
— —	14,39	43,0
— —	15,44	47,0
10. Sesleria in Felsspalten am Cap San Martino bei Lugano, 31. März 1909:		
Trockne Stelle	24,57	4,0
Wasserstelle	30,02	—
ib. 2. April 1909	20,80	2,70

- Resultate: 1. Der höchste Wassergehalt (24%) wird bei ein Paar Prozent (4%) Skelett erreicht;
2. der niedrigste Wassergehalt bis ca. 4% bei 90% Skelett, auch schon bei einigen 60%;
3. beträgt das Skelett etwa die Hälfte, sind also Skelett und Feinerde etwa in gleicher Menge im Boden,

dann stellt sich ein mittlerer Wassergehalt (10 bis 12 %) ein.

1. Wassergehalt der Hauptböden.

I. Halde.

	%
1. 22. Jan. 1910, Tage mit Regen und Schnee, äußerst naß, Krainberg, Breccienniveau	20,68
2. 21. März 1907, am Dolomit des Krainbergs, feuchtes Wetter	16,50
3. 10. März 1909, feuchtes Wetter, Erlabrunn (Ravensberg)	15,44
4. 11. Dez. 1909, feuchte Tage, Krainberg	10,42
5. 7. April 1907, Krainberghang, sehr trocken	7,00
6. Abnorme Trockenheit, 28. Sept. 1907, Krainberghang (Südwest)	1,19

II. Fels- und Geröllehne am Steilweg.

1. 23. März 1907, nasses Wetter	13,60
2. 7. April 1907, trocken (Vgl. die Halde I, 5.)	3,80
3. Ebensolches Wetter, 30. März	2,47
4. Abnorme Trockenheit des 28. Sept. 1907	0,82

III. Rötboden, am Roten Berg.

1. 18. April 1907, Regen, seit mehreren Tagen, drei verschiedene Proben: 11,06—15,76—13,03; im Mittel	13,28
2. 22. Jan. 1910, Regentage, drei verschiedene Proben: 13,86—13,59—14,1; im Mittel	13,85
Bei veränderlichem Wetter am 11. März 1909 fand ich (Skelett 18% und 17,8%)	14,27
3. 11. Dez. 1909, veränderliches Wetter	12,92
4. 10. Okt. 1909, mäßig feucht	9,33
5. 30. Okt. 1909, bei veränderlichem Wetter fand ich auf der Leite am freien Waldrand mit Südwestexposition an derselben Stelle, aber in Buschdeckung	6,92 15,80
6. Abnorme Trockenheit, 28. Sept. 1907	3,47

IV. Schotter- und Schlemmboden verglichen.

Am Neuberg III, auf dem Plateau findet sich grober Schotterboden, grau, mit *Teucrium montanum* und aus dem Mergelschiefer stammender Schlemmboden mit der üblichen Zwergvegetation. 29. März 1907. Seit mehreren Tagen kein Regen. — Drei Proben auf je 1—3 qm Entfernung voneinander.

	Schotterboden	Schlemmboden
1.	11,22	23,1
2.	12,8	24,0
3.	8,4	21,5

Der Schotterboden war skelettreich, der Schlemmboden meist Feinerde.

V. Löß und grauer Mergelboden.

Am 1. März 1905, bei mäßig feuchtem Wetter, auf dem hohen Kalbenstein.

Löß 14,7%. Mergelboden 12,42%.

VI. Ackererden auf Buntsandstein.

Bad Orb. Im Orbtal. 18. Sept. 1909. Seit 2 Tagen dauernder Regen.

	%
1. „Feuchte“ Ackererde	21,10
2. „ „ „ zweite Probe von anderer Stelle	23,77
3. Lehmige Ackererde, „naß“ (skeletthaltig)	16,7
4. Feinster Schlemmsand, „naß“	23,03
5. Lehmiger, etwas gröberer Sand	20,57

VII. Gartenerde,

offizinelles Quartier des botanischen Gartens, 8. März 1909, aufgetauter Boden aus 5 cm Tiefe, über noch gefrorener Unterlage, breiartig, aber insofern nicht typisch „naß“, als beim Ausheben kein Wasser abfloß. —

24,43%

- Resultate: 1. Der höchste Wassergehalt des Wellenkalkbodens wurde in der Natur zu einigen 20% bei ein Paar Prozent (4%) Skelett gefunden; der niedrigste betrug etwa 1—4%;
2. die gefundenen Zahlen bei Buntsandstein-, Acker- und Gartenerdeboden (etliche 20%) zeigen, daß unser Boden den genannten Böden nicht nachzustehen braucht, doch sind die Schotter-, Geröll- und Haldeböden in der Natur gewöhnlich trockner (etwa halb so trocken). Schlemmboden kann den Wassergehalt von Acker- und Gartenerde haben.

2. Wassergehalt des Wildbodens an nassen und trocknen Tagen.

I. 21. März 1907. Voraus ging wochenlang Regen und Schnee. %

1. Aus den Wurzeln von *Teucrium montanum*, von der Halde am Dolomitbruch des Krainbergs. Vgl. dazu unten das Beispiel größter Trockenheit gleicher Stelle IV. 1. 16,50
2. Ebenda aus den Wurzeln von *Hel. canum* 12,40
Vgl. dazu unten IV. 4.
3. Ebenda am Waldrand aus den Wurzeln von *Brachypodium* und *Koeleria* 16,80
Ein paar Tage später, die weniger regnerisch waren (26. März 1907), zeigt der offene Boden der Felslehne am Steilweg (Vegetation: *Hel. canum*, *Teucr. mont.*, *Thymus*)
Bodenoberfläche 13,6%
etwas tiefer 10,8%

II. 7. März 1907. Bei sehr trockenem Wetter, nachdem es 14 Tage ununterbrochen heiter und trocken gewesen. %

1. Seslerialhalde am Krainberg 7,0
2. Felslehne mit *Sesleria* am Steilweg 10—15 cm unter der Oberfläche (Skelett 47,34) 3,80

III. 30. März 1907 am Steilweg, bei schönem Wetter (auch der vorhergehenden Tage). Gewöhnliche Schotterlehne mit *Stipa capillata*, *Sesleria*, *Helianthemum canum* und *polifolium*

oberste Lage 2,47%
2—3 cm darunter 7,29%

IV. Abnorm trockner September 1907, der nur an 3 Tagen Regen zeigte. Untersuchung 28. Sept. %

1. Krainberg, Seslerialhalde 4,33
2. Buntsandsteinboden, Leite, Basis 4,03
3. Leitewald, mit *Vinca* 3,47
4. Krainberghalde, aus den Wurzeln von *Hel. canum* 0,82
5. „ „ „ „ „ *Sesleria* 1,19
6. Krainberggipfel „ „ „ „ „ 0,98
7. Ebenda, Boden von *Carex humilis* 1,02
8. „ Lößboden 1,81
9. Ravensberg, Halde mit *Teucrium montanum*, in 25 cm Tiefe 1,46

Zum Vergleiche mögen folgende Zahlen vom gleichen Tage und anderen Orten dienen:

	%
1. Waldboden der Leitesenkung	12,10
2. Wiesenboden am Bachrand im Gambacher Tal, an der Basis der Leite	14,7
3. Steiniger Boden am Mainufer, in der Nähe des Wassers	20,84
4. Trockne, braungewordene Wiesenfläche im Gambacher Tälchen	2,70
5. Grüne Wiesenstelle, ein paar Meter von Nr. 4	14,87
6. Trockne Ackerböschung (grasig) im Maintal, am Main-gestellgraben	2,41

V. 11. März 1909. Veränderlich, zumeist, insbesondere die Tage vorher, heiteres Wetter.

	%
1. Seslerialhalde am Dolomitbruch. Vgl. I, 1	9,54
2. Schotterboden, ebenda, an zwei Stellen, die 3 cm voneinander entfernt sind	16,42
	12,11
3. Rötboden am Waldrand der Leite	14,27
4. Acker am Fuße der Leite, bei der Station	21,84
(An einem trocknen Tage 9,13%)	

VI. 18. April 1907. Regentag, auch die Tage vorher regnerisch.

	%
1. Sesleriaboden am Steilweg	9,39
2. Röt am Waldrand der Leite	13,03
3. Aus den Wurzeln von Calluna auf dem Röt der Leite	20,0
4. Moosiger Waldboden auf der Leite	29,8

VII. 11. Dez. 1909. Regnerisch und feucht seit 14 Tagen.

	%
1. Teucrium montanum-Halde, Krainberg	10,42
2. Helianthemum vulgare-Boden auf Röt, am Waldrand der Leite	12,92
3. Waldboden, aus den Wurzeln der Heidelbeere	21,05

Das Vorstehende behandelt die größte und geringste Feuchtigkeit im natürlichen Boden; die größte (Nr. I, VI und VII) ist 10—20%, die geringste (Nr. II—V) ist 1—7%. — Wie groß der Unterschied ein und desselben Bodens bei nassem und trockenem Wetter sein kann, zeigt besonders der Vergleich von Nr. I und IV.

Interessant ist der Vergleich unseres Bodens mit dem mesophytischen Wiesen- und Ackerboden (Nr. IV und V).

3 a. Wechsel des Wassergehaltes an verschiedenen Stellen beim Gang über den Kalbenstein.

1. Am 18. April 1907, einem Regentage mit vorausgehendem regnerischem Wetter fand ich auf dem Gang vom Maingestell ins Gambacher Tälchen folgenden Wassergehalt verschiedener Böden und Pflanzen: %

1. Am Steilweg des Maingestellgrabens, auf der Halde	9,39
2. Auf der Mitte des Roten Berges im freien Röt	18,28
3. In den Callunawurzeln im lichten Leitewald	20,0
4. Im moosigen Waldboden der Senkung	29,8

2. Bei gleichfalls regnerischem Wetter am 30. Okt. 1909. Gang über den Roten Berg:

1. Am Buntsandsteinhang beim Aufstig von der Station (Anemone silvestris!), Kiefernlichtung	% 13,48
2. Auf dem Kopf der Leite, Pulsatilla!	4,38
	und 7,15

3. Röt, frei am Waldrand der Leite mit Alyssum montanum, SW.-Exp.	6,92
---	------

4. Ähnliche Stelle mit Hippocrepis	9,01
------------------------------------	------

5. Stark bebuschte Stelle, in der Senkung am Waldrand mit Pulsatilla	17,67
und Helianthemum polifolium	18,28

6. Senkung im Weinbergspfad mit Linosyris	13,58
---	-------

Galium glaucum	13,73
----------------	-------

Cervaria	15,18
----------	-------

3. Natürlicher Wassergehalt von Röt- und Wellenkalkboden, an einem Frosttag, bei leichtem Schnee. 22. Jan. 1910. Größte Feuchtigkeit:

1. Unterster Röt am Roten Berg. In 3 verschiedenen Proben: %

a	13,59
---	-------

b	13,86
---	-------

c	14,1
---	------

Ebenda fand ich am 11. Dez. 1909	12,92
----------------------------------	-------

2. Oberster Röt, gegen den Stadtweg 14,50 |

3. Unterster Wellenkalk, etwa im Niveau der Breccie, %
Teucrium montanum-Halde, gefrorener Boden 21,69
nicht gefrorene Stelle 20,68
4. Am Fuße des Ravensberges im Niveau des Wellendolomits bei größter Feuchtigkeit, am 10. März 1909 in 9—10 cm Tiefe des Bodens. Aufgetauter Bodenhang gegen Südwest:
 1. Sesleriahalde, Wurzelboden, zwei Proben nahe bei- %
einanderstehender Pflanzen 15,44
und 14,39
 2. Bedeckter, etwas gefrorener Boden mit *Hippocrepis*, *Pulsatilla*, Moos (Skelett 13,25 %) 26,65
 3. Zum Vergleich nahegelegener Ackerboden mit 37,96 %
Skelett 17,62

Das vorstehende gibt Bilder des Wassergehaltes des Bodens von den verschiedensten Stellen des Gebietes; während z. B. die Halde 9% hat, hat der moosige Waldboden 29%. (Nr. 1 — am 18. April).

3 b. Verschiedener Wassergehalt der Pflanzen auf kleinem Raum.

1. 21. Jan. 1905. Unter dem Saupürgel, rechts von der Eussenheimerstraße; Plateauvegetation, unter einer 3 m hohen Wellenkalkmauer. Boden gefroren.

Vol. % des Wassergehaltes

a) Boden von <i>Pilosella</i>	29,0
b) 0,5 m davon <i>Canum</i> -Boden	15,0
c) 1 m davon <i>Teucrium montanum</i>	21,0

2. Plateau vom Neuberg III, am 2. Okt. 1909.

- a) Brauner feiner Boden, trägt geschlossene Bestände von *Brunella grandiflora*, *Koeleria*, *Thymus* usw.
- b) Offener Boden mit *Helianthemum canum*, grau und körnig.

	Karbonat	Gew. % Wasser	Skelett
a)	35,91	11,84	38,30
b)	50,80	5,70	53,60

3. Neuberg I, 7. Okt. 1909, bei schönem mäßig trockenem Wetter, nach Regentagen. Auf dem wenig geneigten Plateau stehen auf kleinstenigen Wellenkalkboden offen *Festuca ovina* und *Helianthemum canum*, dagegen ziemlich geschlossen *Koeleria*, *Brachypodium*, *Brunella*. Die Pflanzen standen im Umkreis von etwa 1½ qm.

	Wassergehalt Gew. %	Skelett	Davon kleiner als 2 mm (in %)
canum	7,05	56,42	8,5
ovina	8,14	59,50	9,1
Koeleria	11,30	23,04	40,0
Brunella	16,64	15,05	41,0
Brachypodium	17,62	14,41	28,5

Ein außerordentlich schönes Beispiel für die ungleiche Wasserverteilung auf kleinstem Raum.

3c. Meso- und Xerophyten auf kleinem Raum.

1. Am Steigbild stehen auf einer mit Schotter bedeckten, etwa 40 cm hohen schiefen Wellenkalkmauer offene Bestände von *Teucrium montanum*, in einer moosigen Vertiefung am Fuße dieser Mauer *Pilosellabestände* im Schluß. Die Erde ist bei *Pilosella* fast lauter Feinerde, der rein graue Boden von *Teucrium* enthält ziemlich viel bis erbsengroße Steinchen. 3. März 1905. Regentag, sehr naß.

Wassergehalt Gew. %: *Teucriumboden* 11,8
Pilosella 27,02

Vol. % fand ich: 21,17
39,06

2. An der „Landwehr“, unter dem Saupürzel, findet sich eine 1,20 m hohe Felsmauer, auf derselben wächst *Teucrium Chamaedrys*, am Fuß derselben schöne *Pilosellabestände*. 25. Febr. 1905, trockner Tag.

Wassergehalt Vol. %: *Pilosella* 16,3
Teucrium Chamaedrys 13,2

3. An demselben Tag, ebenda, *Pilosella* am Fuße, und 1,5 m entfernt *Teucrium montanum* auf halber Höhe einer kleinen Geröllehne.

Vol. %: *Pilosella* 19,33
Teucrium montanum 13,33

Der Boden von *Pilosella* enthielt 45,91%, der von *Teucrium montanum* 61,25% Karbonat.

4. Desgleichen *Pilosella* und *Helianthemum canum*.

Gew. %: *Pilosella* 14,74
H. canum 9,8

5. Versuche um das Steigbild, an einem Regentag, 5. Febr. 1905
Mit *Pilosella* und *Helianthemum*, Pflanzen 0,5—1 m voneinander entfernt.

a) Vol. ‰: <i>Pilosella</i>	17,55
canum	14,31
b) Gew. ‰: <i>Pilosella</i>	23,8
canum	13,54
c) Vol. ‰: <i>Pilosella</i>	37,9
canum	24,62

Der *Pilosella*-Boden enthielt 24,77, der canum-Boden 34,52 ‰ Karbonat.

Resultat: Stets bewohnt der Mesophyt (*Pilosella*) einen wasserreicheren Boden als der Xerophyt.

4. Wassergehalt auf Nord- und Südhang.

Am Maingestellgraben, 2. Nov. 1907.

1. Am Steilweg auf der Nord- und Südneigung einer Felslehne, mit Schotterboden, 2 m Abstand.

	Südhang	Nordhang
Wassergehalt Gew. ‰	2,30	5,51
Skelett	75,61	77,66

2. Begraste Böschung im Tal, in der Nähe des Bahngeleises, geschlossener Boden. 4 m Abstand.

	Südhang	Nordhang
Wassergehalt Gew. ‰	3,91	12,59
Skelett	51,32	30,90

In letzterem Beispiel ist der Wassergehalt des Bodens auf der Nordseite auffallend größer als in Nr. 1. Die Skelettbestimmung zeigt, daß derselbe hier nicht bloß durch die Exposition, sondern auch durch sehr viel größere Wasserkapazität hervorgerufen wird.

5. Nackter und geschlossener Boden (Vol. ‰ und Gew. ‰).

1. 1. März 1905, auf einer Bruchstelle des hohen Kalbensteins liegt oberflächlich Löß 20 cm stark, darunter eine dicke Schaumkalkplatte und unter dieser grauer Mergel. Nasser Tag.

1. Die Lößdecke trägt geschlossen: *Carex humilis*,
Helianthemum canum und *polifolium* usw.

Karbonat o. Wassergehalt in Vol. % = 28,52

2. Der Mergelboden unmittelbar daneben mit 37,50%

Karbonat hat Vol. % Wasser = 16,20

2. An demselben Tag, auf dem Maingestell-Plateau II. Auf ebenem Boden stehen auf Löß (höchstens 1 dcm dick) geschlossene Zwergpflanzenbestände und auf entblößten Stellen unmittelbar daneben im Wellenkalkschotter offene Bestände von *canum*.

	Gew. %	Vol. %
Die geschlossene Stelle zeigt		
Wassergehalt (Karbonat o)	24,4	37,0
Die offene Stelle (Karbonat		
30,46%)	14,9	25,65

3. Neuberg I, Plateau, 4. März 1905. Nach 2 Regentagen, trocknes Wetter. Boden grauer Mergel. An beiden Stellen der gleiche.

- a) Geschlossene Decke aus *Potentilla*, *Carex humilis*,
Erodium cicutarium. Wassergehalt Vol. % = 30,56

- b) Offener Boden mit *Teucrium montanum*.
Wassergehalt Vol. % = 23,80

Alle drei Beispiele zeigen gleichmäßig, daß offene Böden trockner sind als geschlossene; die Ursache dieser Verschiedenheit ist nicht immer dieselbe.

6. Wassergehalt von freiem und blattbedecktem Boden.

1. Offener Boden auf Maingestell II, bei sehr trockner Zeit, 11 Uhr morgens, Skelett fast o. 2. Juni 1905.

Freier Boden	Mit Blättern von <i>Cirsium</i> acaule bedeckt
2,2 %	7,1 % Wasser

2. 30. Mai 1905, 10 Uhr. Botanischer Garten.

Boden frei	Boden mit Blättern von <i>Plantago media</i> bedeckt
4,01 %	6,11 % Wasser

Die Feinerde (2 mm Sieb) desselben Bodens ergab:

4,89 %	6,51 % Wasser
--------	---------------

3. Ein gleicher Versuch mit *Hieracium Pilosella*. Feinerde (2 mm Sieb).

Freier Boden
3,64 ‰

Bedeckter Boden
6,51 ‰ Wasser

7. Wassergehalt in verschiedener Bodentiefe.

a) Seslerialhalde.

1. Am Fuße des Ravensbergs gelegen, durch anhaltendes regnerisches Wetter stark durchnäßt. Boden sehr feucht, fast „naß“, 27. Dez. 1909. Die aufeinanderliegenden Schichten:

	Natürliche Feuchtigkeit	Volle Kapazität (Zylinderversuch)	Skelett
a) Oberflächliche Bodenschicht bis zu 1,5 cm Tiefe	5,59	9,19	89,7
b) Darunter in 2—3 cm Tiefe unter der Oberfläche	11,18	19,34	56,6
c) 4—5 cm unter der Oberfläche	11,81	18,60	58,19

2. Seslerialhalde am Steilweg des Maingestells I, am 7. April 1907, nachdem es längere Zeit nicht geregnet und der Boden sehr trocken erschien.

(Trichterversuch)

a) Die oberste Schicht selbst	2,47	—	63,62
b) 1,0—1,5 cm unter der Oberfläche	3,80	28,0	47,34
c) 2—3 cm unter der Oberfläche	7,29	32,2	62,82

3. Seslerialhalde am Maingestell II. Erde aus den Wurzeln der Pflanze, am 27. Dez. 1909 bei sehr regnerischem Wetter:

Natürliche Feuchtigkeit	Volle Kapazität (Zylinderversuch)	Skelett
19,23	29,40	30,0

Resultat: Nr. 1 zeigt die Zunahme der natürlichen Feuchtigkeit und der vollen Wasserkapazität mit der Tiefe, umgekehrt die Abnahme des Skeletts in dieser Richtung. Nr. 2 die große Trockenheit der Halde in der Hauptvegetationszeit gegenüber dem Winter-

zustand (Nr. 1 und Nr. 3). — Nr. 4 Verhältnisse des Schotterbodens.

4. Am Steilweg, dem Plateau nahe, zeigt Schotterboden 30. März 1907 an trockenem Tag, nach trockenen Tagen:

in den oberen Lagen	3—3 cm darunter
2,47%	7,29% Wasser.

8. Einige Versuche über volle Wasserkapazität.

Der Wunsch, auf diesem methodisch sehr prekären Gebiet etwas neues zu schaffen — denn wer hätte bis auf den heutigen Tag an die Wasserkapazität von Wildböden, geschweige denn an die einzelner Wildpflanzenböden gedacht? — war es gewiß nicht, der mich veranlaßte diese Versuche anzustellen. Die Feststellung vergleichbarer, d. h. nach derselben Methode ermittelter Zahlen, war vielmehr unumgänglich, wenn ich nicht von vornherein auf jede Einsicht in die Ursache der Bodendürre meines Gebietes verzichten wollte.

Ist unser Wellenkalk so außergewöhnlich trocken und der Typus eines Xerophytenbodens, weil er an sich eine besonders geringe Wasserkapazität besitzt, d. h. ist die Bodendürre dem Wellenkalk angeboren oder wird die Trockenheit durch äußere Umstände hervorgerufen in Böden, die an sich anderen an wasserhaltender Kraft in keiner Weise nachstehen?

Nach meinen Untersuchungen — das sei gleich vorweggenommen — gibt es beides auf dem Wellenkalk. Der Wellenkalk hat Böden, welche die große Dürre des Sandbodens weit hinter sich lassen und das sind gerade die überaus charakteristischen echten Felslehnen und Haldeböden. Andere aber stehen an natürlicher Wasserkapazität unseren Wiesen-, Garten- und Ackerböden nicht im geringsten nach, und in diesem Falle sind es äußere Umstände, welche die ungemeine Trockenheit erzeugen und nur eine Xerophytenvegetation dulden. Und da begreift sich auch, daß mitten unter den Xerophyten da und dort mesophytische Bodenstellen auftreten können.

Von den verschiedenen, für die Bestimmung der Wasserkapazität ausgearbeiteten Methoden ist gewiß die Bestimmung der vollen Wasserkapazität „in natürlicher Lage im freien Felde“ (Wahnschaffe S. 169) die beste. Aber das Heinrich'sche Verfahren z. B., daß hier in Frage gezogen werden könnte, ist viel zu umständlich, als daß damit zahlreiche Bestimmungen hätten gemacht werden können (ebenda S. 164—165), und ich hätte es bei der Entfernung meines Wohnortes von meinem Versuchsfeld überhaupt

gar nicht ausführen können. Ich war von vornherein auf den „Laboratoriumsversuch“ angewiesen. Mögen meine Resultate „ungenauer“ sein, vergleichbar sind sie, und das ist für mich die Hauptsache. Unter den gebräuchlichen Methoden dieser Art ist zweifellos die von E. Wolff mit den bekannten Zylindern handlich und leistungsfähig (a. a. O. S. 161).

Ich habe mit Vorliebe die markierten Glaszylinder zu 100 ccm, wie sie z. B. Rob. Muencke in Berlin liefert, benutzt; über die Ausführung des Versuchs, z. B. Frühling, Anleitung zur Bodenuntersuchung, 1904, S. 62. — Ich bestimme also gewöhnlich Gewichtsprozent. — In einem bin ich von der üblichen Methode abgewichen, was ich ausdrücklich hervorheben muß. Ich habe zur Feststellung der vollen Wasserkapazität nicht Feinboden, sondern die natürliche Wurzeleerde der Pflanze in toto verwendet, hinterher aber das Skelett des Bodens (was $> 0,5$ mm) festgestellt.

Mit dem Verfahren, den zu untersuchenden Boden mit gemessenen Mengen überschüssigen Wassers auf den Trichter zu bringen (Wahnschaffe S. 160f.) habe ich lange nicht so sichere Resultate erhalten. Sehr gewöhnlich findet man, wie ja bekannt, besonders bei den Mergeln, die Kapazität zu hoch; seltener gibt die Methode mit der E. Wolffschen übereinstimmende Resultate. Ich teile unten eine methodische Vergleichsliste mit.

Im übrigen darf ich bestimmt annehmen, daß die von mir angewandte Methode zu den Schlüssen, die ich aus ihren Resultaten ziehe, berechtigt. Meine Zahlen sollen ja nicht als absolute Verwendung finden, sondern zu Vergleichen berechtigen.

a) Volle Wasserkapazität unserer Böden nach zwei Methoden verglichen.

	Zylinder- methode	Trichter- methode	Skelett Gew. ‰
1. Bräunlichgrauer Mergelboden, mit Brachypodium, auf dem Neuberg	28,87	30,0	16,21
2. Ähnliche Böden auf Neuberg III mit Koeleria, 27. März 1903	30,41	33,6	27,88
Andere Stelle mit Koeleria am selben Fundort, eod.	34,23	34,0	24,3
Koeleriaboden an der Land- wehr, auf einer Felslehne	28,71	—	—
3. Halde mit Teucrium auf dem Krainberg, 22. Jan. 1909	30,26	37,0	17,02

	Zylinder- methode	Trichter- methode	Skelett Gew. ‰
4. Boden mit Zwergvegetation, lößartig, auf Maingestellplateau I, 4. April 1903. Pflanzen: <i>Brachypodium</i> , <i>Thymus</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Cyparissias</i> , <i>Thesium</i> , <i>Potent. verna</i> und <i>cinerea</i> , <i>Fest. ovina</i>	42,0	37,0	0
Ganz ähnlicher Boden mit gleicher Vegetation vom Neuberg III	44,53	40,0	0
5. Schlemmboden v. Neuberg III mit Zwergvegetation	42,88	40,0	0
6. Berglöß vom hohen Kalbenstein, kaffeebraun, ganz durch 0,5 mm Sieb gehend	51,9	52,0	0

Wasserkapazität von hiesigem Sand.

	Zylinder- methode	Trichter- methode
1. Sand vom Heuweg mit großen Beständen von <i>Artemisia vulgaris</i>	—	20,0
2. Mainsand, vom Staub befreit, durch 2 mm Sieb gehend	1. Bestimmung 21,11 2. Bestimmung 21,15	30,4 30,4
3. Kalkfreier Sand von Karlstadt, Kapellenberg	a) Korngröße zwischen 0,5 und 1,0 mm b) Korngröße zwischen 1,0 — 2,0 mm	23,0 17,0
4. Feinster Schlemmsand aus dem Buntsandstein (Bad Orb)		22,48

Lößartiger Boden.

Von einem Acker auf dem hohen Kalbenstein völlig durch 0,5 mm Sieb gehend. Zwei Bestimmungen:

a) im Pulverzustand	38,18
b) gekrümelt	37,85

Aus den vorstehenden Tabellen ergibt sich:

1. Methodisch, daß die Zylinder- und die Trichtermethode nur selten gleiche Resultate lieferten (Nr. 2 Koeleriaboden), ge-

Die Felslehne und Seslerialhalde haben eine Kapazität, die tief unter die des Sandes sinken kann, dieselbe gewöhnlich nicht erreicht, selten darüber hinausgeht. Wo diese Böden herrschen, da begreift sich der absolute, von äußeren Umständen unabhängige Xerophytismus.

Böden von 30—40% Kapazität, die weiter gefunden wurden, werden von mäßig mesophytischen Gräsern, Koeleria und Brachypodium bewohnt, und zwar in Normalwuchs.

Es existieren aber auch Böden von 40—50%, Wellenkalkmergel und Löß, das sind Kapazitäten, wie sie nicht gewöhnlich einmal unsere Garten- und Ackererden haben. Im offizinellen Quartier des hiesigen botanischen Gartens fand ich in zwei Proben 35 und 38 Gew.%. Schübeler (bei Nowacki S. 65) gibt für eine Ackererde 52% (Gew.) an. — Wenn solche Böden Xerophytismus zeigen, ja sogar verzwergte Xerophyten tragen, so ist die permanente Wasserarmut derselben keine natürliche, sondern erzeugt durch die äußeren Umstände, die schon Ramann (S. 102) sehr richtig mit den Worten hervorhebt: „Die nichtbewaldeten Kalkböden der Höhenlagen bieten vielfach ähnliche Verhältnisse in der Wasserführung wie die Steppenböden. Es sind Böden mit hoher Wasserkapazität; aber zumeist mit mittlerer Mächtigkeit und durch Gesteinspalten gut drainiert“. — Wie vortrefflich diese Worte auf unser Wellenkalkplateau passen, ist in unseren Betrachtungen des „Bodenprofils“ zu sehen.

c) Volle Kapazität und natürlicher Wassergehalt bei nassem Wetter.

Es ist gewiß von größtem Interesse zu erfahren, wie weit im Freien unter den natürlichen Verhältnissen unsere Böden die im Vorhergehenden bestimmten höchsten Wassermengen, die man die volle Wasserkapazität nennt, sich anzueignen vermögen. Das läßt sich ermitteln, wenn man Böden unter den günstigsten Feuchtigkeitsverhältnissen analysiert, und zugleich ihre volle Wasserkapazität feststellt.

Diese Bestimmungen, zu denen auch die Skelettbestimmung kam, geschah nach ausgiebigen Regentagen, wo die Erden „sehr feucht“, fast „naß“ zu nennen waren. Über die Präzisierung dieser letzten Termini vgl. z. B. Ramann S. 266.

Die Versuche zeigen, daß unsere Böden an Regentagen wenn sie für sehr feuchte gehalten werden, doch nur $\frac{2}{3}$ der vollen Wasserkapazität, ja nur die Hälfte derselben erreichen.

Die natürliche Feuchtigkeit, wie die volle Kapazität sind offensichtlich um so größer, je geringer das Skelett des Bodens ist.

	Natürlicher Wassergehalt	Volle Kapazität	Skelett
1. Sesleriahalde oberflächlich	5,59	9,19	89,7
in 2—3 cm Tiefe	11,18	19,34	56,6
in 4—5 cm Tiefe	11,81	18,60	58,19
2. Geröllehne in 1—1,5 cm Tiefe	7,51	14,51	82,72
in 3—5 cm Tiefe	5,90	10,50	89,05
3. Mergelhoden auf einer Fels- bank, Neuberg I	15,9	28,0	0
4. Sesleriahalde, Boden aus den Wurzeln der Pflanze	19,23	29,40	31,0
5. Teucrium montanum-Halde am Krainberg	20,68	30,26	17,02
6. Schlemmboden	23,33	42,58	0

III. Temperatur.

Wenn in der Pflanzengeographie im großen, sowie sie seiner Zeit durch A. von Humboldt und Schouw gewissermaßen aus der Vogelperspektive gegründet worden ist, von „Temperatur“ die Rede ist, meint man selbstverständlich die allgemeine Lufttemperatur; denn man denkt immer zunächst daran, welch überaus wichtige, ja erste Rolle die ungleiche Verteilung der Luftwärme in horizontaler und senkrechter Richtung für die Verteilung und Verbreitung der Pflanzenarten, für die Bildung der Zonen und Regionen der Erde hat; aber auch auf kleineren Dimensionen tritt scheinbar die Lufttemperatur noch als disponierender ökologischer Faktor auf.

Die Bodentemperatur ist zwar als geographischer Faktor auch nicht unbekannt (vgl. z. B. Warming S. 54 ff.); aber ihre Wirksamkeit, im allgemeinen wenigstens, wird lange nicht so hoch eingeschätzt.

Auf kleinstem Raum, am Standort, verhält sich aber die Sache ganz anders. Meine Studien auf dem Wellenkalk wiesen sehr bald darauf hin, daß hier die Bodentemperatur etwas sehr einflußreiches ist, ja auf kleinstem Raum eine führende Rolle hat.

Und es handelte sich, wie ich bald merkte, gar nicht darum, neue Tatsachen zu finden, sondern bekannte aber verkannte in ihrer Bedeutung einzuschätzen und insbesondere ihre Verkettung zu erkennen.

Was ich meine ist folgendes:

1. Die Bodentemperatur ist von der Lufttemperatur unabhängig und wird durch selbständige Einstrahlung der Sonne in die Bodenoberfläche erzeugt. — Das ist bekannt, aber die Folgen nicht erkannt.

2. Das Maß der eingestrahltten Wärme wird, wie die Bodenkunde weiß (Ram. S. 303), in erster Linie durch den Wassergehalt des Bodens bestimmt, und zwar steht die Erwärmung des Bodens im allgemeinen in umgekehrter Proportion zum Wassergehalt.

Der Wassergehalt seinerseits ist ganz besonders abhängig von der Bodenstruktur, speziell der Körnigkeit. Und so ist die Bodenwärme eine Funktion der Bodenstruktur.

Die Tatsachen stehen schon längst in den Büchern — aber ihre hohe Bedeutung für die Konstruierung des Standorts hat niemand erkannt.

3. Während der Vegetationsperiode und bei Tag — der doch der aktivste Abschnitt der täglichen Periode ist — ist bei uns die Bodentemperatur ansehnlich höher als die allgemeine Lufttemperatur. Es genießt also damit die Pflanze mindestens in ihrem unterirdischen Teile zunächst eine gewöhnlich höhere Temperatur, als man nach der Lufttemperatur abschätzt.

4. Es läßt sich aber weiter nachweisen, daß die höhere Temperatur der Bodenoberfläche, die unteren (darüber stehenden) Luftschichten — in denen die Pflanzen leben — durch Abgabe von Wärme ansehnlich über die allgemeine Lufttemperatur zu erwärmen pflegt.

Es wohnen demnach auch die oberirdischen Pflanzenteile — und demnach der ganze Pflanzenkörper während der Vegetationszeit in anderer (gewöhnlich höherer) Temperatur als man nach den meteorologischen Zahlen bisher glauben mußte.

5. Die unabhängig von den vorhergehenden Faktoren sich vollziehende Erwärmung der Pflanzenglieder, die man aus extremen

sehr auffälligen Beispielen schon länger kennt, ist eine ziemlich allgemeine und nicht bedeutungslose Erscheinung.

6. Abgesehen von letzterem Umstand läßt sich also nachweisen, daß die ganzen Temperaturverhältnisse des Standorts, ihre ganze Regulierung eine Funktion seiner Bodenstruktur sind.

Die Beweise für diese Sätze liegen zum Teil schon in den vorhergehenden Kapiteln zerstreut, hier aber sind ganze Reihen von Temperatursätzen vereinigt. Meine Erfahrungen sollen den Charakter ihrer Entstehung behalten, daß sie auf dem Kalbenstein gemacht und erst nachträglich aus den Büchern bestätigt wurden. Sie bleiben in den lokalen Beobachtungsreihen eingeflochten, aber ich hoffe, leicht herausfindbar.

Die einzelnen Abschnitte, die jetzt folgen sind:

1. Boden- und Lufttemperatur auf meinem Gebiete, während des Jahres;
2. behandelt die Bedeutung verschiedener Exposition im Maintal für die Erwärmung des Bodens;
3. Bedeutung von Wassergehalt und Beleuchtung;
4. aus dem täglichen Gang der Boden- und Lufttemperatur in zwei aufeinander folgenden Jahren;
5. Lufttemperatur über dem Boden mit der allgemeinen Lufttemperatur verglichen, auf kleinstem Raum. — Zahlreiche Daten dieser Art auch anderwärts zerstreut;
6. Wärmeverhalten zwischen den Pflanzenteilen.

Festliegende Instrumente konnte ich auch auf meinem umzäunten Beobachtungsfeld nicht in Anwendung bringen. Die vornehme Achtung vor wissenschaftlicher Arbeit, für welche Homén in Finnland Worte der wärmsten Anerkennung aussprechen durfte, konnte ich hier nicht finden und die Störungen meiner Arbeit waren nicht so drollig-naiver Art, wie sie A. v. Kerner bei seinen Tiroler Versuchen mit köstlichem Humor zu schildern versteht.

Wer über den Stand unserer Kenntnisse von Temperatur der Erdoberfläche und Atmosphäre sich im allgemeinen unterrichten will, findet vorzügliche Kapitel im Lehrbuch der Meteorologie von Hann: 1. Aufl. S. 46; 2. Aufl. S. 37. — Spezielleres zu unserer

Sache bei Ramann S. 301 im Kapitel: „Verhalten des Bodens zur Wärme“. Genaueste und reichste Einzeldaten bei Homén: „Der tägliche Wärmeumsatz im Boden“ 1897.

1. Boden- und Lufttemperaturen auf dem Wellenkalk während des Jahres.

Meine Beobachtungen über Bodentemperatur im Vergleich zur Lufttemperatur auf dem Wellenkalk erstrecken sich über die ganze Vegetationszeit von Anfang des Jahres bis zum Oktober und sind nach der Art, wie ich arbeiten konnte, in den späteren Vormittags- und ersten Nachmittagsstunden angestellt, liegen also mehr in der Nähe des täglichen Maximum als der Minimen. Die Lufttemperatur ist stets mit Schleuderthermometer, die Bodentemperatur, wenn nichts anderes angegeben, in 2 cm Tiefe eruiert.

Die Orte der Beobachtung liegen zunächst zwischen Maingestell und dem Roten Berg.

Ein nicht unbekannter Satz wird in erster Linie ganz allgemein bestätigt, daß im Winter (Januar bis April) die Bodentemperatur gewöhnlich niedriger, in der eigentlichen Vegetationszeit dagegen höher ist als die allgemeine Lufttemperatur. Der Überschuß der Bodentemperatur kann schon im April recht ansehnlich sein (15°!) und auch im September noch 12° betragen.

Die höchsten Bodentemperaturen im Sommer habe ich in zwei Tabellen für sich zusammengestellt. Ich habe z. B. auf nacktem Boden (20. Juni 1908) 47° und 19° Überschuß gefunden. Solch auffallend hohe Bodentemperaturen sind als Einzelfälle schon lange bekannt. So fand Askenasy (1875) 43—44°; Schleichert hat auf dem Jenaischen Wellenkalk im August 39—41° konstatiert. Ein überaus prägnantes Beispiel teilt Drude (Deutschl. Pflanzengeographie 1896, S. 383) mit: im heißen August bei 20—36° Lufttemperatur war eine Bodentemperatur von 36—49° zu beobachten.

Was aber als besonders wichtig und folgenswer hervorzuheben, ist die Konstanz und Allgemeinheit so hoher bzw. überragender Bodentemperaturen in der ganzen Vegetationszeit.

a) Boden- und Lufttemperatur auf dem Wellenkalk.

1. Januar bis April.

Datum	Ort	Gestein	Zeit	Luftt. °	Bodent. °	Wetter	Bemerkungen
27. Jan. 1903	Krainberg	Wellenkalk	4 ⁰⁰	8	5 (3 cm)	Sonne	
17. Febr. 1905	Steilweg	"	11 ⁴⁵	8,8	7	wechselnde Sonne	
27. " 1903	"	"	10 ³⁰	7	5 (2 cm)	bedeckt	Seslerialhalde
3. März 1903	Leite	Sandstein	2 ³⁰	10	8 (2 cm)	"	
3. " 1906	Krainberg	Wellenkalk	12 ⁰⁰	5,2	8,5	Sonne	im besonnenen övina-Rasen
4. " 1903	"	"	3 ⁰⁰	8,2	7,8 (1 cm)	wechselnd	in 50 cm Tiefe 6,0, neben blühend. Pulsatilla
4. " 1903	Maingestell	"	11 ⁰⁰	7	6 (Obfl.)	"	
10. " 1903	Karlsburg	"	3 ¹⁵	7	6,5	bedeckt	
21. " 1903	Kalbenstein	"	4 ³⁰	19	15 (3 cm)	Sonne	über dem Felssturz, Westhang
25. " 1903	"	"	12 ⁰⁰	17	16 (3 cm)	"	neben einer blühenden Zwerg-Pulsatilla
27. " 1903	Felssturz	"	12 ³⁰	23	21 (3 cm)	"	in trockenem Moose 25°
1. April 1905	Kalbensteinplat.	Mergel-schiefer	5 ¹⁰	12	12	sonn. Frühlingstag	
7. " 1906	Schloßgraben (Krainberg)	Wellenkalk	12 ⁰⁰	15	20,5	Sonnenschein	
7. " 1906	Maingestell	"	11 ⁰⁰	11,5	11 (feucht)	Sonne	in einem Sesleriabusch 8°

Datum	Ort	Boden	Zeit	Luftt. °	Bodent. °	Wetter	Bemerkungen
11. April 1903	Kalbensteinplat.	Löß	11 ⁰⁰	13	13 (3 cm)	verschleiert	
eod.	Maingestellplat.	Wellenkalk	11 ⁰⁰	16,5	16	"	
21. " 1901	Gemünden	Wellenkalk	10 ⁰⁰	13	7 (feucht)	Sonne	an der Scheerenburg auf Buntsandstein!
24. " 1905	Steilweg	"	3 ²⁵	10,1	14 (4 cm)		
24. " 1902	Roter Berg	Röt	2 ⁴⁵	19	24 (2 cm)	"	
					22 (8 cm)		
					16 (12 cm)		
eod.	Krainbergfuß	Wellenkalk	3 ⁴⁵	18,5	22	"	
25. April 1903	Maingestellplat.	"	12 ⁰⁰	11	11	bedeckt	neben blühender Potentilla cinerea
29. " 1901	Roter Berg „Köpfe“ der Leite	Röt	3 ⁰⁰	18	33 (trocken)	Sonne	
4. Mai 1906	Steilweg	Wellenkalk	11 ⁰⁰	19,5	28,5	"	Südwesthalde mit Sesleria
11. " 1908	Leite	Röt	1 ⁰⁰	19	28,5	verschleiert; Sonne	neben blühendem Helicanum in Kiefern- schatten, Boden + ° = 14 ⁰
18. " 1901	Maingestell	Wellenkalk	12 ¹⁵	14,5	27	Sonne	
18. " 1901	Krainberg	"	1 ⁰⁰	20	28	"	in 4 cm Tiefe = 26 ⁰
18. " 1901	Roter Berg	Röt	2 ⁰⁰	20	32	"	neben blühendem Alyssum montanum
29. " 1903	Kalbensteinplat.	Löß	11 ⁰⁰	26	32 (3 cm)	"	neben Stipa capillata, neben Fest. glauca 42 ⁰ !

2. Mai bis Juni.

Datum	Ort	Boden	Zeit	Luft °	Bodent. °	Wetter	Bemerkungen
31. Mai 1902	Krainbergplat.	Wellenkalk	1 ⁰⁰	27	28 (1 cm)	Sonne	
31. " 1903	Leite	Röt	3 ⁰⁰	29	33	"	neben <i>Linum tenuifolium</i> mit Blütenknospen
1. Juni 1903	Neuberg	Mergel-	11 ⁴⁵	26	35 (3 cm)	"	neben <i>Teurium mon-</i> <i>tanum</i>
12. " 1903	Krainberg	schiefer	1 ³⁵	22,4	36,3	"	neben <i>Liliago</i> *)
23. " 1903	Maingestell	Wellenkalk	10 ⁰⁰	20	23	verschleiert	
3. Juli bis Oktober.							
1. Juli 1903	Leite	Röt	3 ⁴⁵	26	44	sonniger Tag	in 5 cm Tiefe 35°
18. " 1903	Maingestell	Wellenkalk	10 ⁰⁰	24,5	26	verschleiert	in 4 cm Tiefe 23°
22. " 1906	Krainberg	"	10 ⁴⁵	17,5	22	bedeckt	
24. " 1906	Benediktushöhe	"	5 ⁰⁰	25,5	30 (3 cm)	"	
16. Aug. 1905	Maingestell	"	10 ²⁰	19,3	22,5	"	
12. Sept. 1903	Krainberg	"	12 ⁰⁰	11,5	13 (5 cm)	"	
13. " 1903	hoher Kalben- stein	Mergel	10 ⁴⁵	11,5	12	—	
17. " 1903	Leite	Röt	12 ⁰⁰	18	19 (3 cm)	verschleiert	
26. " 1907	Ravensberg	Wellenkalk	3 ³⁰	26	38,5	Sonne	<i>Teurium montanum-</i> Halde
28. " 1907	Leite (Senkung)	Röt	9 ³⁰	17,2	22,2	"	in 5 cm : 22,0
11. Okt. 1907	Leite (Waldrand)	"	11 ²⁰	15,7	14	trüb	nackter nasser Boden, Stelle von <i>Orchis mascula</i>
11. " 1907	"	"	12 ³⁰	17	20,5	Sonne	nasser Boden
						seit 1 1/2 Stunden	

*) An einer anderen Stelle neben *Stipa capillata*. 2 cm Tiefe 38,5 — 6 cm Tiefe 31,0.

b) Höchste Temperaturen im Freien, in 2 cm Bodentiefe, mittags bei Sonnenschein.

	Zeit	Luftt. °	Bodent. °
1. Auf dem hohen Kalbenstein über dem Felssturz, neben <i>Festuca glauca</i> , 29. Mai 1903	11 ³⁰	26	42
		Überschuß	16
2. Auf der Leite, Rötboden neben blütenknospentragendem <i>Linum</i> , 31. Mai 1903	3 ⁰⁰	29	43
		Überschuß	14
3. Krainberghöhe, zwischen <i>Stipa capillata</i> , nackter Boden, 12. Juni 1908	1 ³⁵	22,4	38,5
		Überschuß	16,1
4. Messungsort wie Nr. 1. 12. Juni 1908	2 ⁰⁰	22	41
		Überschuß	19
5. Oben am Steigbild, 29. Juni 1902, neben einem Busch von <i>Euphorbia Gerardiana</i> 39°.	2 ⁰⁰	31	42,5
		Überschuß	11,5
6. Neuberg II, am 1. Juli 1903, in 5 cm Bodentiefe 35°.	3 ⁴⁵	26	44
		Überschuß	18
7. Am Fuße des Ravensbergs, Schotterhalde, 26. Sept. 1907, in 6 und 9 cm Tiefe 27°.	3 ³⁰	26	38,5
		Überschuß	12,5

c) Höchste Temperaturen um die Mittagszeit im botanischen Garten (1908).

	Zeit	Luftt. °	Bodent. °	
			in 2 cm	in 10 cm
30. Juni	2 ⁴⁵	27,5	47	34
		Überschuß	19,5	6,5
1. Juli	6 ³⁰	15	16	17
	11 ³⁰	24,5	39,5	24
	2 ⁴⁵	26	45,5	33
12. „	11 ³⁰	29,5	43	31
	1 ¹⁵	31,1	50	34
		Überschuß	18,9	2,9

Luft über dem Boden um 11³⁰ = 37° und um 1¹⁵ = 39°.

	Zeit	Luftt. °	Bodent. °	
			in 2 cm	in 10 cm
27. Juli	1 ³⁰	24	40,5	28,5
		Überschuß	16,5	4,5
28. „	2 ⁰⁰	27,2	42	28
		Überschuß	14,8	
29. „	2 ³⁰	27	41,8	31
		Überschuß	14,8	4
30. „	2 ⁰⁰	28,6	43	32
		Überschuß	14,4	3,4

2. Exposition.

Der Einfluß der Exposition ist im Maintal im großen hinreichend offenbar an der Lokalisation des Weinbaues. Die Weinberge liegen der Regel nach auf der rechten Mainseite und in Süd- oder Südwestneigung, während die linke Seite mit ihrer vorwiegenden Ost- und Nordostexposition Ackerland oder Ansatz von Busch und Wald zeigt (Zell, Zellingen, Lauderbach, Mühlbach).

Dem Botaniker offenbart sich die Reaktion der Pflanzen gegen die Exposition darin, daß auf der Süd- und Südwestseite viel mehr offene Bestände, viel reinerer Xerophytismus und Nanismus herrscht, während auf der Gegenseite geschlossene Bestände mit starkem mesophytischen Einschlag üblich sind. Man vergleiche einmal die Laudenbacher Seite und den Roßtalberg. Freilich sind diese Erscheinungen ursächlich kombinierte.

Als Einleitung zu diesem Kapitel der Expositionsdifferenzen mögen eine Anzahl Beispiele für die Verschiedenheit der Zusammensetzung und Entwicklung der Pflanzenwelt auf Nord- und Südseite, auch auf kleinem Raum, vorgeführt werden.

a) Verschiedenheit der Vegetation an Nord- und Südhang.

Maingestellgraben an der Bahn, Nord- und Südböschung 4 m von einander entfernt.

Temperatur des Bodens und Vegetation. April und Mai.

1. 12. April 1905.

Zeit	Nordhang	Südhang
10 ²⁰	13 ⁰	16 ⁰

Nordhang: keine Blüte, sondern von *Festuca ovina* grün, außerdem *Cerastium*, *Ranunculus bulbosus*, *Poterium*, *Plantago media*, treibend. — Kein *Helianthemum*.

Südhang: blühend: *Holosteum*, *Thlaspi perfoliatum*, *Poterium* (3). Treibend: *Thymus*, *Fragaria*, *Salvia*, *Agrimonia*, *Helianthemum polifolium*.

2. 20. April 1908.

Zeit	Luftt. °		Nordhang	Südhang
10 ³⁰	4	in 2 cm	5	8,5
		in 4 cm	5	8
		in 10 cm	5	8

Nordhang: nicht ganz ergrünt. Gräser, *Rumex*, *Poterium*, *Potentilla verna*, *Plantago media* und *lanceolata*, *Achillea*, *Ranunculus bulbosus* treiben.

Südhang: rein grün, mit reichlichen Blüten von *Potentilla verna*, *Thlaspi perfoliatum*, *Poterium*, *Draba fruchtend* (4), größere Blätter und Triebe von *Fragaria*, *Salvia*, *Euphorbia*, *Cyparissias*, *Thymus*, Klee, *Sedum reflexum*, *Echium*, *Medicago*, *Helianthemum polifolium*.

3. 8. Mai 1909.

Nordhang: feucht, grün, ohne Blüte.

Südhang: trocken, blühend: *Poterium*, *Fragaria*, *Cyparissias*, *Cerastium*, *Fedia*, *Thlaspi*, *Chelidonium*, *Taraxacum*, *Primula*, *Poterium*, *Medicago lupulina*, *Muscari* (12).

4. 18. Mai 1907.

Nordhang: nur grünend, *Poterium*, *Plantago*, *Galium*, *Potentilla verna*, *Muscari*, *Fragaria*.

Südhang: blühend: *Fragaria vesca* sehr reich und *Potentilla verna*, *Poterium*, *Euphorbia*, *Cyparissias*, *Helianthemum polifolium*, *Salvia* (5). — Stark entwickelt: Luzerne, *Centaurea Scabiosa*, *Silene inflata*, *Potentilla reptans*, *Dianthus Carthusianorum*, *Isatis*, *Hippocrepis*.

5. 27. Mai 1903.

Zeit	Luftt. °	Nordhang (feucht)	Südhang (trocken)
10 ¹⁵	21	in 4 cm 14 ⁰	29 ⁰
		in 8 cm 14 ⁰	24 ⁰

Nordhang: grün, blühend ein paar Stöcke von *Poterium* und *Cerastium arvense*.

Südhang: blumig von *Salvia*, *Poterium*, *Ranunculus bulbosus*, *Pilosella*, *Isatis*, *Hippocrepis*, *Dianthus* (7).

b) Beobachtungen an verschiedenen Orten des Gebietes
im Frühling, vom März bis Mai.

1. 14. März 1903. Unter dem Felssturz an der Landstraße.
Begraster Nord- und Südhang, 25 m voneinander entfernt.

Zeit	Luftt. °	Nordhang (beschattet)	Südhang (besonnt)
10 ⁴⁵	6,5	in 2 cm 0,5 ⁰	12 ⁰

Nordhang: völlig winterlich, nur kleine rote Blättchen von
Rumex acetosa;

Südhang: ergrünt, grüne größere Blätter von *Rumex*, junge
Rosetten von *Achillea*, *Salvia*, *Plantago*, junge Triebe von
Galium Mollugo.

2. 27. März 1903. Ganz niedriger Hohlweg im Heuweg, 1 m
hoch, 1,5 m breit.

Zeit	Luftt. °	Nordhang (im Schatten)	Südhang (besonnt)
10	18	in 2 cm 11 ⁰	14,5 ⁰
		in 10 cm 9 ⁰	12 ⁰

Auf dem Nordhang nur junge Grastriebe, auf dem Südhang
blühende *Gagea arvensis* und *Holosteum*; fingerlange Triebe
von *Galium*.

3. 4. April 1901. Bei Thüngersheim auf Röt. Regen.

Luftt. °	Osthang	Westhang
9	11,5 ⁰	12,5 ⁰

Ersterer absolut winterlich, letzterer mit *Cerastium*trieben und
*Bupleurum*rosetten.

4. 7. April 1901. Sandgrube bei der Lindleins-Mühle.

Südhang: Es blüht in Masse *Erophila*, *Holosteum*, *Veronica*
triphyllos; junge Blätter und Triebe von Gräsern, *Artemisia*,
Sedum, *Achillea*, *Potentilla verna*, *Euphorbia Cyparissias*.

Nordhang: Keine Büsche, nur Blätter von *Cerastium*, *Ranunculus bulbosus*, *Saxifraga*.

5. 8. April 1901. Gambacher Landstraße unter dem Kalbenstein,
Böschung.

Nordhang: Keine Blüte. Frische Blätter von *Chelidonium*,
Erdbeeren, *Ranunculus*, *Cerastium*, *Achillea*, *Erodium*.

Südhang: Blühend *Holosteum*, *Gagea*, *Draba verna*, *Potentilla*
verna, *Veronica triphyllos*, *Carex Schreberi*.

6. 25. April 1908. Sandgrube auf dem Heuweg. Nord- und
Südhang einige Meter voneinander entfernt. Sonne, 3 Uhr.
Luft 14⁰.

	Nordhang		Südhang	
	2 cm	8 cm	2 cm	8 cm
Nackter Boden	16 ⁰	11,5 ⁰	22,5 ⁰	19,3 ⁰
Mit ovina bedeckter	11,5 ⁰	9,0 ⁰	19,2 ⁰	16,0 ⁰

Nordhang: Winterlich, nur einzelne neue Blätter von Gräsern und Achillea.

Südhang: Grün, reichliche Blüte von *Potentilla verna*, *Valeriana*, *Lamium amplexicaule*, *Holosteum*, *Draba verna*, *Arabis hirsuta* (6).

7. 27. April 1908. Gambacher Landstraße, große quadratische Sandgrube, etwa 2 m tief, vor dem Distriktskrankenhaus. Böschungen 110 m von einander entfernt. 3⁴⁰ Luftt. 9⁰. Bedeckt!

Nordhang (feucht)		Südhang (trocken)
2 cm	9 ⁰	13,5
5 cm	10,5 ⁰	10,7

Nordhang: Nur grün, wesentlich durch *Festuca ovina*, auch Geblätt von *Rumex acetosa*.

Südhang: Frisch grün, durch Büsche von *Fest. ovina*, *Poterium*, *Sedum hexangulare*, *Papaver* usw. Blütenreich: *Potentilla verna*, *Thlaspi perfoliatum*, *Draba*, *Holosteum*, *Lamium amplexicaule*, *Veronica hederifolia*, *Erodium cicutarium*, *Alyssum* (Blütenknospen).

8. 1. Mai 1905. Beobachtungsort wie Nr. 3.

Nordhang: Nur Blätter, *Achillea*, *Plantago*; junge Triebe, *Galium Mollugo*, *Leucanthemum*, *Ranunculus*.

Südhang: Reich blühend: *Potentilla*, *Stellaria*, *Carex Schreberi*. Verblüht *Holosteum*.

9. 24. Sept. 1901. Auf einer Steinalde, mit Neigung gegen den Main (Südwest und Nordwest), hinter der Benedictushöhe, gegen das Kreuz, wurden auf einer Fläche von etwa 1,5 qm folgende Pflanzen gezählt. Die beiden Flächen lagen etwa 3 m voneinander:

Nordostseite: Grün, rasig, geschlossen mit *Brachypodium*, *Euphorbia Cyparissias*, *Falcaria*, *Asperula galioides*, *Amellus*, *Gentiana ciliata*, *Cynanchum*, *Hieracium umbellatum*, *Bupleurum*, *Cirsium acaule*, *Scabiosa Columbaria*, *Centaurea Scabiosa*, *Anthericum ramosum*, 13 Spezies.

Südwestseite: Grau, steinig, etwa die Hälfte des Bodens pflanzenbesetzt: Pulsatilla, Thymus, Teucrium montanum, Linum tenuifolium, Scabiosa Columbaria, Bupleurum, Potentilla verna, Pimpinella Saxifraga, Cynanchica, Hippocrepis, Pilosella, Brachypodium. 12 Spezies.

Resultat: Nordost und Südwest haben nur 3 Spezies gemein: Brachypodium, Scabiosa Columbaria und Bupleurum; es sind charakteristischere Pflanzen auf Südwest und in Anbetracht des offenen Bodens daselbst größere Mannigfaltigkeit.

c) N und S im Laufe des Jahres.

Datum	Ort	Wetter	Zeit	Luft t°	S t°	N t°	Boden- tiefe cm	Bemerkungen
14. Jan. 1905	Maingestellgraben	Frost, leichter Schnee	10 ²⁰	—1,5	0	—2	2	
28. „ 1905	Felssturz	trüb	11 ⁰⁰	3,8	0,5	0	2	
10. Febr. 1905	Buntsandstein Gemünden	Sonne	10 ⁰⁰	—3	0,8	0	2	Sonnig seit mehreren Tagen
17. „ 1905	Maingestellgraben	„	10 ¹⁵	7,3	5,6	0,8	5	
19. „ 1905	Veitshöchheim	Regen u. Sonne	3 ⁰⁰	5	6,2	3	2	
22. Febr. 1903	Heuweg	trüb	10 ⁰⁰	12	9	5	3	
1. März 1905	Steilweg des Maingestells	Sonne	11 ⁰⁰	2,3	3	0,5	2	Kleine Halde, auf N leichter Schnee und aufgetaut. Sonne in S, Schatten in N und gefroren
2. „ 1908	Maingestellgraben	„	10 ¹⁵	1,5	1	0	2	
3. „ 1903	„	trüb	2 ³⁰	6	7,2	6,2	1	
4. „ 1903	Heuweg	Sonne	6 ⁰⁰	7	6	5	2	
5. „ 1903	„	wechselnde Sonne	4 ⁰⁰	13	12,5	11,5	3	
5. „ 1905	Felssturz	trüb	10 ⁴⁵	2,8	5,8	5	2	
7. „ 1903	Heuweg	„	10 ⁰⁰	2	2,5	2,5	2	
12. „ 1903	Maingestellgraben	Sonne	5 ⁰⁰	6,5	10	5	2	6. März Regen
14. „ 1903	Heuweg	„	10 ³⁰	3	10	0	3	Nachts —8°
15. „ 1907	Maingestellgraben	„	10 ²⁰	3	5	1	3	
21. „ 1903	„	„	3 ¹⁵	19	22	7	3	
	Felssturz	wechselnd	10 ⁴⁵	4,8	8	4	2,5	
					6,5	4	5	
22. „ 1903	Gemünden	Sonne	3 ⁰⁰	22	26,6	5	3	Morgens Reif
25. „ 1904	Felssturz	etwas Sonne	10 ³⁰	8	8	5	10	
27. „ 1906	Maingestellgraben	Sonne	10 ²⁰	7	12	1,5		
27. „ 1903	„	„	10 ⁰⁰	18	14,5	11	3	Auf S Sonne, auf N Schatten
31. „ 1902	Heuweg	„	10 ¹⁵		12	9	10	
7. April 1903	Maingestellgraben	trüb	10 ³⁰	7,5	9,5	4	2	
13. „ 1903	Heuweg	Sonne	10 ⁰⁰	10,5	9	7,5	2	
15. „ 1907	Maingestellgraben	trüb	10 ³⁰	6	5,5	4	3	Reif
				10,7	12	10	2	

Datum	Ort	Wetter	Zeit	Luft t°	S t°	N t°	Boden- tiefe cm	Bemerkungen
20. April 1908	Maingestellgraben	trüb	10 ²⁵	9,5	14,8	9,5	2	
30. „ 1903	„	Sonne	3 ⁰⁰	22	28	19	2	
8. Mai 1902	„	„	10 ²⁰	11,5	18	13	2	
27. „ 1903	„	„	10 ¹⁵	21	24	14	2	
1. Juni 1906	Felssturz	wechselnde Sonne	10 ⁴⁵	17,7	32,5	20	2	
14. Juli 1905	„	Sonne	10 ⁵⁰	21,6	35,5	24	2	
20. „ 1906	„	bedeckt u. Regen	10 ⁴⁵	15,5	20,5	20,5	2	
25. „ 1907	Maingestellgraben	Sonne	10 ³⁰	20	27	15,2	5	24. Juli Sonne, 23. Juli Regen
26. „ 1905	Heuweg	„	10 ⁰⁰	20	27	17	2	Morgens Nebel
					21	16	10	
26. „ 1905	Felssturz	„	10 ⁴⁵	25,5	34	25	2	
29. „ 1905	„	„	9 ³⁰	19	26	19,5	4	
16. Aug. 1905	Maingestellgraben	trüb	10 ³⁰	19,3	26	19,5	2	
		u. Regen						
12. Sept. 1902	„	wechselnde Sonne	10 ¹⁵	14	19,5	12	5	
12. „ 1902	Gegen Gössen- heim	Sonne	11 ⁰⁰	24,2	29	16,3	3	
13. „ 1905	Heuweg	trüb	9 ⁰⁰	9	11,5	10	2	
17. „ 1905	„	„	10 ³⁰	12,5	14	13,5	2	16. Sept. Regen
8. Okt. 1907	Felssturz	„	9 ⁴⁵	15,5	16	14,5	2	
14. „ 1905	„	Sonne	10 ⁴⁵	7,2	13,5	6	2	
19. „ 1905	„	„	10 ⁴⁵	7,8	13	7	2	
28. „ 1902	„	trüb	10 ⁴⁵	7	6,2	5,6	2	In 10 cm: 8 3, N 3
28. „ 1905	„	Nebel	10 ⁵⁰	1,5	2,6	2,6	2	
29. „ 1902	Maingestellgraben	trüb	2 ⁰⁰	13	13	10	3	
30. „ 1902	„	„	10 ²⁵	9	10,5	9,7	2	
		u. Regen						
2. Nov. 1903	Heuweg	trüb	3 ⁰⁰	13	11,5	11,5	2	
7. „ 1903	Zwischen Main- gestell I u. II	„	11 ⁰⁰	9	8,5	8,5	2	
21. „ 1903	Maingestellgraben	Regen	11 ³⁰	5	5	5	2	
23. „ 1907	„	trüb	12 ⁰⁰	2,5	2	0	3	
28. „ 1903	„	Regen	10 ³⁰	8	5,5	5,5		
13. Dez. 1903	„	trüb	3 ³⁰	4	4	4	3	Auch in 10 cm Tiefe 4°
21. „ 1903	Heuweg	„	2 ⁰⁰	2	2	2	3	
23. „ 1903	Felssturz	Sonne	11 ⁰⁰	0	3	1	2	Leichter Frost
					2	2	8	

d) Nord- und Südhang, gleiche Temperatur zeigend.

Die folgende Tabelle zeigt, daß im Winter zu gewissen Zeiten Nord und Süd gleiche Temperaturen haben können. Schon in der vorhergehenden Tabelle trat das bisweilen hervor. An drei Stellen wurde gemessen: Maingestellgraben an der Bahn, Abstand 4 m; an der Quelle am Felssturz und in der Hohle am Heuweg (hier Sand).

Datum	Zeit	Luftt. °	Südhang	Nordhang	Bemerkung
1. 2. Dez. 1904	2 ⁴⁵	7,0	6,0	5,2	Regen, auch Tages vorher
2. 3. Dez. 1904	10 ³⁰	6,0	in 2 cm 5,0 in 4 cm 5,0 in 10 cm 5,0 in 15 cm 5,0	5,0 5,0 5,0 5,0	ebenso
3. 8. Dez. 1904	10 ¹⁵	6,0	in 2 cm 4,5 in 5 cm 5,0	5,0 5,0	Regentage
4. Am Felssturz eod.	10 ⁴⁵	4,3	in 5 cm 5,0 in 10 cm 5,0	5,0 5,0	
5. 9. Dez. 1904 Heuweg	—		in 5 cm 6,0 in 10 cm 6,0	6,0 5,0	Bedeckter Himmel
6. 12. Dez. 1904 Unter dem Felssturz	10 ⁴⁵		8,9	8,8	Regen

e) Boden auf Nord- und Südhang in verschiedener Tiefe.

1. 4. Febr. 1905. Kiesgrube an der Karlstadter Landstraße. 2 m tief. Böschung nach Süd und Nord. Mit offenem Pflanzenwuchs. Entfernung der Maßstellen 200 Schritte.

Zeit	Luftt. °	Südhang	Nordhang
2 ¹⁵	4,8	2 cm 2,5 ⁰ 5 cm 2,0 ⁰	1 ⁰ 1 ⁰

2. 28. Febr. 1905. An der Landwehr, Einschnitt, etwa 1 m tief. Südhang besonnt und trocken; Nordhang schattig und feucht. Entfernung 2 m.

Zeit	Luftt. °	Südhang	Nordhang	Diff.
3 ¹⁰	6	2 cm 15,5 5 cm 14,0 10 cm 10,5	3,2 3,0 3,0	12,3 11,0 7,5

3. 1. März 1905. Wie Nr. 1. Sonne verschleiert.

10 ¹⁵	—	2 cm 2,0 5 cm 3,0	1,2 1,0	—
------------------	---	----------------------	------------	---

4. 6. März 1905. Am Heuweg. Flacher, etwa 1,5 m tiefer Hohlweg im Sand. Himmel bedeckt. Entfernung der Maßstellen 2 m.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
2 ⁴⁵	6	2 cm	8,0	6,0	2,0
		7 cm	7,0	6,0	1,0
		19 cm	6,4	5,4	1,0

5. 12. März 1905. Wie Nr. 1. Etwas Sonne, vorhergehende Tage Regen.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang
10 ¹⁵	—	2 cm	5,2	5,0
		4 cm	5,2	4,5
		6 cm	5,0	4,2
12		2 cm	11,5	9,2

6. 20. März 1905. Ebenda. Von früh Sonne, gestern Regentag, vorgestern Sonnentag.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang
10 ¹⁰	—	2 cm	12,5	5,5
		7 cm	11,0	5,0
		10 cm	9,0	5,5

7. 24. März 1905. Wie Nr. 4. Morgens einige Sonnenblicke von 8 Uhr ab trüb. 10⁰⁰.

	Südhang (trocken)	Nordhang (feucht)
2 cm	8,5	0
5 cm	6,5	0,5

In der winterlichen Vegetation des Südhangs erscheinen junge Blätter von *Lychnis*, *Galium*, *Cerastium*, *Achillea* usw. — Der Hang grünt. Am Nordhang sind nur junge Blätter von *Saxifraga* vorhanden.

8. 28. März 1905. Böschung eines Feldwegs unter dem Sau-
pürzel. Entfernung 2 m. Trüb und Regen. Gegen Mittag.

	Südhang	Nordhang	Diff.
2 cm	10,2	7,8	2,4
5 cm	9,8	7,0	2,8
10 cm	9,0	6,8	2,2

Auf der Südlage blühen *Veronica triphyllos* und *Potentilla verna*.

9. 4. April 1907. Hohlweg über Veitshöchheim. Sandboden. Zeit blühender *Anemone nemorosa*, *Draba verna* und *Viola odorata*. Entfernung der Maßpunkte 3 m.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
4 ²⁰	17	2 cm	30,0	9,8	19,2
		5 cm	23,0	9,2	13,8
		9 cm	17,0	9,0	8,0

10. 21. März 1908. Wie Nr. 1. Sonnentag.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang
3 ⁰⁰	13	2 cm	20,3	11,2
		5 cm	17,0	8,8

Am 28. April, einem Regentag ohne Sonne, dem ein sonnenloser Tag vorherging, aller Boden stark feucht war, traf der Südwind den Südabhang.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang
3 ¹⁵	11,2	2 cm	13,8	15,0
		5 cm	12,0	12,0

11. 24. April 1908. Fuß des Ravensberges. Kleine Bodenwelle, Maßpunkte 2 m voneinander. Tags selten etwas Sonne.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
3 ⁰⁰	16,2	2 cm	21,0	17,5	3,5
		5 cm	14,5	14,5	0

12. Beobachtungsort wie Nr. 4:

a) 30. April 1908. 2 Regentage vorher, heute vormittag konstante, nachmittags wechselnde Sonne.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
3 ²⁵	13,0	2 cm	19,0	16,8	2,2
		5 cm	16,0	12,7	3,3

b) 26. Juli 1905. Sonne.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
10 ⁰⁰	20	2 cm	27,0	17,0	10,0
		10 cm	21,0	16,0	5,0

c) 13. Sept. 1903. Nachts Regen.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
9 ⁰⁰	9	2 cm	11,5	10,0	1,5
		7 cm	11,5	10,0	1,5

d) 10. Okt. 1904. Wechselnde Sonne. Nordwind.

Zeit	Luftt. °		Südhang (trocken)	Nordhang (feucht)	Diff.
10 ²⁰	9,5	2 cm	15,5	7,5	8,0
		4 cm	14,0	7,5	6,5
		8 cm	11,5	7,5	4,0
		10 cm	11,0	7,3	3,7

13. 22. Okt. 1904. Über dem Felssturz. Gestern Sonne, heute bedeckt. Entfernung der Maßstellen 2 m.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
10 ⁴⁵	9,8	2 cm	12,5	10,5	2,0
		10 cm	12,0	10,0	2,0

14. Bei der Quelle unter dem Felssturz. Entfernung der Maßstellen 50 Schritte.

a) 28. Okt. 1904. Wechselnde Sonne.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
11 ⁵	9,5	2 cm	12,5	9,2	3,3
		10 cm	10,0	7,5	2,5

b) 6. Nov. 1904 bedeckt, wie die vorhergehenden Tage.

Zeit	Luftt. °		Südhang (trocken)	Nordhang (feucht)	Diff.
10 ¹⁵	7,8	2 cm	8,2	7,8	0,4
		5 cm	8,5	7,8	0,7
		10 cm	9,5	8,2	1,3

c) 12. Nov. 1904. Regen.

Zeit	Luftt. °		Südhang	Nordhang	Diff.
10 ⁴⁵	10,5	2 cm	8,8	8,8	0

f) SW und NE.

Datum	Ort	Wetter	Zeit	Luft t°	SW t°	NE t°	Boden- tiefe cm	Bemerkungen
24. Febr. 1903	Heuweg	Sonne	2 ³⁰	8,5	12	8	2	
25. „ 1905	Landwehr	„	4 ⁰⁰	8	13	4	2	
14. März 1903	Gambacher Land- straße	„	10 ⁰⁰	3	7	0	2	Nachts 3° Kälte, SW.-Stelle be- sonnt
20. „ 1903	Wernfelder Land- straße	„	10 ³⁰	13,5	11	8	3	Nachts —3,5°
21. „ 1903	Maingestellplateau	„	11 ⁰⁰	19	19,5	9	2	
eod.	Hoher Kalben- stein	„	4 ³⁰	—	15	10,5	3	
4. April 1901	Thüingersheim	Regentag	3 ⁰⁰	9	12,5	11,5	2	
19. Sept. 1903	Wie 21. März	trüb	11 ⁰⁰	19	16,5	15,8	2	Gestern Regen
22. Okt. 1904	Felssturz	bedeckt	10 ⁴⁵	9,8	12	10	10	Gestern Sonne
7. Nov. 1903	Maingestell	„	11 ⁰⁰	9	8,5	8,5	2	

3. Einige Faktoren der Bodenerwärmung.

Es sind Erfahrungen von meinem Gebiet, was „naß und trocken“, was „offener und geschlossener Boden“, was „Licht und Schatten“ und was die „Inklination“ in der Modifikation der Bodentemperatur auf kleinem Raum leisten. Die Wirkungsweise dieser Faktoren ist leicht verständlich, das erhaltene Resultat in manchen Fällen eine Kombination aus der Wirkung mehrerer Faktoren.

a) Nasser und trockener Boden.

Diesem Abschnitt stelle ich einen Satz der Bodenkunde voraus, den Ramann mit folgenden Worten formuliert (S. 306): „Der Einfluß des Wassers auf die Bodentemperatur ist sehr groß. In Wirkung treten die hohe Wärmekapazität, Wärmebindung infolge Verdunstung, Änderung der Temperatur tieferer Schichten beim Eindringen des Wassers und der Einfluß von Oberflächenwasser auf die Bodentemperatur.“ Und: „Wasserreiche Böden erreichen bei gleicher Wärmezufuhr weniger hohe Temperaturgrade als wasserarme Böden.“

Im folgenden zeige ich zunächst einen diesbezüglichen Versuch.

Versuch mit nassem und trockenem Boden unter Wasserbestimmung.

Am 18. Juni 1908, einem klaren Tage bei trockenem Wetter und Boden, wurde auf der Versuchsstelle ein etwa 1 □ Fuß großes, neben der gewöhnlichen Maßstelle gelegenes Stück mehrmal reichlich begossen, so daß das Wasser 15—20 cm eindrang.

Nach 5 Stunden wurde die erste vergleichende Messung zwischen Naß- und Trockenboden vorgenommen.

Stunde	Luftt. °	Trockener Boden	Nasser Boden
2 ⁰⁰	20,2	2 cm 37,2	31,5 (5,7)
		10 cm 26,5	24,8 (1,7)
		Bodenluft 26,5	25,6
8 ⁰⁰	16,1	2 cm 21,2	17,9 (3,3)
		10 cm 22,2	20,7
Wassergehalt des Bodens 11 ⁰⁰		6,45 %	11,60 %

19. Juni. Naßboden deutlich etwas abgetrocknet. Verschleierte Tag.

Stunde	Luftt. °	Trockener Boden	Nasser Boden
7 ⁰⁰	10,4	2 cm 12,8	12,1 (0,7)
		10 cm 14,2	14,0
11 ³⁰	17,5	2 cm 28,8	21,0 (7,0)
		10 cm 25,6	19,0 (6,6)
5 ⁰⁰	19,8	2 cm 24,0	23,0 (1,0)
20. Juni. Sonne zeitweise verschleiert.			
9 ⁰⁰	19,7	2 cm 25,0	25,0
		4 cm 17,8	17,6
Wassergehalt 2,44 %			4,05 %

Zuletzt also keine Temperaturdifferenz, aber auch nur eine geringe Verschiedenheit des Wassergehalts.

Ein einfaches, aber außerordentlich prägnantes Beispiel zeigt die Wirkung auf kleinstem Raum:

13. Mai 1910. Krainberghöhe auf meinem Besitztum. Sonntag. 11⁴⁵. Luftt. 16,5⁰. — Bodentemperatur:

1. Nackter feuchter Boden 23,8⁰, davon 15 cm entfernt:

2. oberflächlich trockner Boden 28,5⁰;

3. Boden in einer Hippocrepis, welche 10 cm von dem trockenem Boden entfernt steht: 19,2⁰.

Nasser und trockner Wellenkalkboden (in nächster Nähe gelegen).

Unter dem Feldsturz am Kalbenstein findet sich dicht an der Landstraße in einem Stück Wildrasen eine kleine Quelle, deren Temperatur ich mehrere Jahre hindurch gemessen habe. Ihr Abfluß unterhält in kurzer Entfernung den Boden naß bzw. feucht, während dicht daneben kleine Bodenerhebungen (nicht Neigungen) trocken sind.

Die zur Messung der Temperatur des feuchten Bodens gewählte Stelle steht nicht mehr unter dem Einfluß der Quelltemperatur, wie sich beispielsweise einfach daraus ergibt, daß an feuchten Tagen die stets feuchte und die sonst trockne Stelle ganz gleiche Temperatur haben.

An diesem Ort habe ich oft im Jahr feuchte und trockne Stellen untersucht (in 2 cm Tiefe), die z. B. 1,0 oder 2,0 m, zum Teil auch nur 0,5 m voneinander entfernt waren.

Einige Beobachtungen stammen von andern Orten, wo die Bodenkonfiguration (kleine Mulden und Bodenhöcker) feuchte und trockne Bodenstellen erzeugt (Messungsstelle stets Nordseite).

1. 20. Januar 1907 am Steigbild. 10²⁵. Sonnenschein.

Luftt. 1,8⁰. Lößboden trocken 11⁰.

„ naß 5⁰.

2. Eod. Ebenda. Um dieselbe Zeit. Sonne.

Geröllboden, naß 3⁰.

„ halbtrocken 5⁰.

„ völlig trocken 8,5⁰.

3. 1. März 1903. Hammersteig. 2³⁰. Sonnenschein.

Luftt. 8⁰. Geröllboden, naß 5⁰.

„ trocken 8⁰.

4. 22. März 1905. Station Gambach. 3⁰⁰. Sonnenschein.
Luftt. 11⁰. Feuchter Boden 17⁰ unmittelbar daneben
Trockner „ 20⁰
5. 31. März 1902. Am Heuweg. 9³⁰. Sonne.
Luftt. 7,5⁰. Sandboden, feucht 16⁰ daneben.
„ trocken 20⁰.
6. April 1906. Krainberggipfel. — Sonne.
Luftt. 5,2⁰. Feuchter Löß 10,5⁰.
Trockner „ 13⁰.
7. 8. Mai 1902. Eussenheimer Straße. 12³⁰. Sonne.
Luftt. 12,5. Feuchter Boden 18⁰.
Trockner „ 21⁰.
8. 29. Juni. Felssturz. 10²⁵. Sonne.
Luftt. 23,5. Nasser Boden 20,5⁰.
Trockner „ 28,0⁰.
9. 14. Juli 1905. Felssturz. 10⁵⁰. Sonne.
Luftt. 21,6⁰. Nasser Boden 16,6⁰.
Trockner „ 28,0⁰.
10. 30. Juli. Felssturz. 11⁵⁰. Sonne.
Luftt. 25,6⁰. Nasser Boden 23⁰.
Trockner „ 32⁰.
11. 19. August 1905. Felssturz — Sonne.
Luftt. 23⁰. Nasser Boden 19,5⁰.
Trockner „ 25,0⁰.
12. 19. Sept. 1905. Felssturz. 10⁴⁵. Sonne.
Luftt. 11,5⁰. Naß 9,0⁰.
Trocken 11,0⁰.
13. 21. Sept. Eod. loco. 10³⁰. Sonne.
Luftt. 12,5⁰. Naß 9,5⁰.
Trocken 12,0⁰.
14. 14. Okt. 1905. Felssturz. 10³⁰. Wechselnde Sonne.
Luftt. 7,2⁰. Nasser Boden 6,5⁰.
Trockner „ 11,5⁰.
15. 28. Okt. Eod. loco. 10⁴⁵. Trüb.
Luftt. 7,0⁰. Nasser Boden 5,5⁰.
Trockner „ 6,0⁰.

Beobachtungen am Cap San Martino bei Lugano, auf Glimmerschieferboden, wo morgens die Sonne liegt; in 2 cm, sowie in 7 oder 8 cm Tiefe. 1908. März, April.

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bodenzustand	Beleuchtungs- art
			2 cm	7—8 cm		
30. März	10 ²⁰	9,5	12,0	8,5 (7)	feucht	Sonne
			17,0	9,0	trocken	
1. April	10 ³⁰	9,5	8,0	7,0	feucht	bedeckt
2. „	10 ²⁰	13,7	13,3	8,5 (8)	„	Sonne
	3 ⁰⁰	13,5	9,5	9,5	„	Schatten
3. „	9 ²⁰	8,5	11,5	7,0 (7)	sehr feucht	Sonne
8. „	10 ⁰⁰	8,8	11,8	8,2 (8)	nachts Regen	„
10. „	10 ⁰⁰	9,0	14,0	12,0 (4)	feucht	„
11. „	9 ¹⁵	10,0	16,0	—	„	„
12. „	10 ³⁰	11,0	13,5	10,0 (8)	naß	Regen
13. „	9 ¹⁵	8,8	8,8	8,0	„	„
14. „	9 ⁴⁰	12,1	13,5	10,0 (7)	„	Regen und kurze Zeit Sonne

In den Morgenstunden ist oberflächlich die Bodentemperatur bei Sonne auf trockenem Boden ansehnlich, bei feuchtem Boden wenig erhöht; bei bedecktem Himmel gleich oder sogar etwas niedriger als die Lufttemperatur. In der Tiefe von 7—8 cm ist die Änderung gewöhnlich ganz gering.

b) Boden in Sonne und Schatten.

Nackter Boden im offizinellen Quartier des botanischen Gartens, frei besonnter und ein von einer Linde gut beschatteter Boden, 2 m voneinander entfernt. Freier Boden in 2 und 10 cm Tiefe, Schattenboden nur in 2 cm Tiefe gemessen:

Datum (1908)	Zeit	Luftt. °	Sonnenboden		Schattenboden
			2 cm	10 cm	
1. 16. Juni	6 ⁰⁰	15,0	16,0	16,0	15,0
	9 ⁰⁰	23,2	31,3	21,0	18,2
2. 19. „	8 ⁰⁰	22,5	22,5	18,8	—
	11 ³⁰	28,2	38,2	28,5	20,7
	(Sonne)				
	3 ⁰⁰	28,5	32,0	26,0	—
	(verschleiert)				
3. 23. „	8 ⁰⁰	15,8	15,8	15,8	—
	(Regentag) 12 ⁰⁰	18,0	20,5	17,8	16,5
	3 ³⁰	20,5	23,8	21,0	17,8
4. 25. Juni	6 ¹⁵	14,0	15,0	—	14,4
	(sehr klarer Tag) 9 ³⁰	21,5	27,5	—	—
	11 ¹⁵	24,0	36,0	—	17,0
	2 ⁰⁰	26,5	38,0	—	18,2
Es war an diesem heißen					
Tag die größte Tages-					
differenz		12,5	23,0	—	3,8
5. 26. Juni	2 ⁴⁰	23,5	36,0!	—	18,0!
(sehr klarer Tag)					
6. 30. Juni	2 ⁴⁵	27,5	47,0	34,0	17,5
(heißester Tag)					
Verhalten zur Luftt.			19,5	6,5	— 10 ⁰
					(Luft über dem Boden)
7. 1. Juli	6 ³⁰	15,0	15,0	14,1	15,0
	(Sonnentag) 11 ³⁰	24,5	39,5	17,0	22,3
	2 ⁴⁵	26,0	45,5	18,0	24,0
	6 ⁰⁰	25,0	29,0	18,5	—
Schwankte um		11,0 °	30,5 °	4,4 °	
8. 12. Juli	11 ³⁰	29,5	43,0	20,8	—
	(klarer Tag) 1 ¹⁵	31,1	50,0	—	—
	9 ³⁰	24,0	33,0	—	—
(1910)					
9. 21. Mai	11 ²⁰	24,0	34,0	19,8	—
	(Sonne)				
	8 ⁰⁰	—	23,0	19,8	—
		Luft darüber			

Datum	Zeit	Luftt. °	2 cm	10 cm	Sonnenboden 50 cm
10. 15. Mai (sonnig)	9 ⁴⁵	18,0	20,8	15,9	13,0 (geschlossener Boden 10,9)
	4 ⁰⁰	22,0	33,0	24,0	13,0
Im geschlossenen Schattenboden	—	—	16,3	15,8	11,0

Offener Boden, beschattet und besonnt, beschatteter Rasen, Luft über dem Boden. Boden in verschiedener Tiefe. Botanischer Garten.

16. Mai 1910. Sonniger, meist klarer Tag. Die beiden offenen Gartenböden 1 m voneinander, der Rasen 70 Schritte entfernt.

11³⁰. Luftt. ° 21,2. Sonne.

	2 cm	10 cm	50 cm	Luftt. ° über dem Boden
Offener besonnter Boden	31,0	18,5	13,7	28,5
Offener Schattenboden	15,8	14,7	—	20,0
Beschatteter Rasen	15,0	15,5	11,5	—

4⁴⁵. Luftt. 20,8. Sonne.

Offener besonnter Boden	29,0	24,0	13,7	25,0
Offener Schattenboden	18,1	16,2	—	21,5
Beschatteter Rasen	16,8	16,5	11,8	20,5

Waldboden und (freier) Sonnenboden im Hochsommer.

a) Leitewald und Krainbergplateau (Zwergvegetation), am 22. Juli 1906, bei bedecktem Himmel.

Zeit	Luftt. °	Bodent. ° in 2 cm	in 7 cm	
9 ⁴⁵	15,0	15,0	15,0	Wald
10 ⁴⁵	17,0	22,0	—	freier Boden

b) Auf der Benedictushöhe am 24. Juli 1906, in einem Wäldchen von Akazien, Ulmen, Birken. Auf der unmittelbar daneben liegenden freien Fläche natürlicher Pflanzenwuchs.

Zeit	Luftt. °	Bodent. ° in 2 cm	
5 ⁰⁰	23,5	21,8	Wald
	25,5	33,2	freier Boden

Beobachtungen am Cap San Martino (Lugano) verschiedener Böden, bei Sonne und im Schatten. 28. März 1909. 10^0 bis 10^{20} . Lufttemperatur $8,8-9^0$. Die verschiedenen Böden liegen auf einer Distanz von ungefähr 300 Schritt beieinander.

	Sonne	Schatten
1. Glimmerschiefer	2 cm 14,0	9,0
	10 cm 5,8	5,5
Luft über dem Boden in Sonne 13,0		
1. Sandstein mit blühender		
Tussilago	2 cm 15,0	8,0
	10 cm 8,0	7,2
3. Kalk und Dolomit in 2 cm Tiefe, Sonne.		
Sesleriaboden	17,2	
Teucrium montanum-Boden	18,0	
Boden mit Globularia	20,0	

Resultat: Bei 9^0 Lufttemperatur schwankt die Bodentemperatur (in 2 cm) zwischen 8 und 20^0 .

Beispiele aus Lugano vom Cap San Martino 1909.

	11. April (Sonne)	12. April (bedeckt)	13. April (bedeckt)	14. April (bedeckt)	Bemerkungen
	9^{15}	10^{30}	9^{15}	9^{10}	
Lufttemperatur 0	10,0	11,0	8,8	12,1	
Feuchter nackter Glimmerschieferboden					
2 cm	19,5	13,5	8,8	13,0	Trockn. Boden In 2 cm 28 0 (11. April)
5 cm	13,0	10,0	8,0	10,0	
			8,8		
Feuchter Boden mit blühender Viola	17,0	12,5	8,8	13,2	
„ „ „ blüh. Cardamine	17,2	13,5	9,5	9,5	
Trockner „ „ „ „ Sesleria	26,0	13,0	9,5	14,0	
„ „ „ „ Sedum album					
und Tussilago (12.—14. April)	25,0	14,0	9,5	13,2	
„ „ „ blüh. Veronica	29,0	13,0	9,5	13,3	
„ roter Konglomeratboden	30,0	—	9,2	—	

c) Offener (nackter) und geschlossener (bewachsener) Boden.

Im Freien.

1. 10. Febr. 1905. Gemünden, Sandboden. Seit mehreren Tagen Frost und Sonne, heute — 3^0 (7 Uhr), starker Reif, Sonne.

- 10⁴⁵ Luftt. — 1,5⁰ Grasboden, Sonne beschienen + 0,2⁰
 dicht daneben offener Sandboden + 1,2
- 1⁰⁰ Gambach: Getreideäcker mit junger Saat
 gefroren. Nackte Ackerflächen aufgetaut.
2. 17. Febr. 1906. Maingestell, wechselnde Sonne.
 10⁴⁵ Luftt. 8,8⁰ Bedeckter Pilosellaboden 7,0
 Freier Steinboden 6,8
 Bedeckter Boden mit Teucrium 6,0
3. März 1906. Krainbergprofil. Sonne.
 11⁵⁰ Luftt. 5,2⁰ Ovinaboden 8,5
 Felsboden 13,0
- 3 a) 12. März 1903. Maingestellgraben. Sonne.
 3⁰⁰ Luftt. 10⁰ Mit ovina bedecktem Boden 16,5
 Lehmiger Kalkboden nackt 19,0
 Geröllboden 20,0
4. 20. März 1906. Leite. Sonne.
 10⁰⁰ Luftt. 8,8⁰ Nacktes Röt 17,0
 Bedeckt mit Pulsatilla 13,0
5. 22. März 1903. Höhe über Gemünden. Buntsandstein.
 Warmer Frühlingstag.
 3³⁰ Luftt. 22⁰ Ovinaboden 13⁰
 Nackter Sand 16⁰ (daneben)
- Ebenda am Waldrand, im Tal.
 4⁰⁰ Luftt. 21⁰ Grasboden 10,0
 Nackter Sandboden 12,0
6. 23. März 1905. Hammersteig, auf einer lößbedeckten
 Felsmauer. Sonne.
 10²⁵ Luftt. 12⁰ Mit Thymus, ovina, Potentilla
 usw. bedeckter Boden 9,8
 Nackter Geröllboden 15,0
7. 8. April 1902. Gambach, Röt. Sonne.
 12⁰⁰ Luftt. 12⁰ Boden zwischen Achillea 18,0
 Nackter Boden 22,0
8. 11. April 1902. Maingestell II, Plateau. Sonne.
 11⁰⁰ Luftt. 16⁰ Pulsatilla- und Sesleriaboden 10,5
 Nackter Wellenkalkboden 16,0

9. 23. April 1910. Auf der Krainberghöhe. Sonne.
 1⁰⁰ Luft. 8,5⁰ Boden zwischen Potentilla 13,5⁰
 Nackter Boden 15,0
10. 28. April 1906. Krainberg, Sonne.
 11¹⁵ Luft. 11⁰ Boden mit Potentilla cin. 16,0
 Nackter Boden 21,0
11. 12. Juni 1908. Über dem Felssturz. Sonnentag
 2⁰⁰ Luft. 22,4⁰ Bedeckter Boden 33,2
 Nackter Boden 41,0
12. 25. Juli 1907. Maingestellhöhe, Sonne,
 11⁰⁰ Luft. 20⁰ Boden mit Potent., Teu. Cham. 21,0
 Nackter Boden 26,5
13. 28. Sept. 1907. Krainbergplateau. Sonniger Herbsttag.
 10⁴⁵ Luft. 21⁰ Boden mit C. humilis 19,0
 Nackter Boden 23,0

Im botanischen Garten. 1908.

19. Sept. Sonne.

Zeit	Luft. °	Nackter Boden	Rasenboden
11 ⁰⁰	17,0	21,0	17,0
12 ⁰⁰	18,8	25,5	18,0
3 ³⁰	20,0	27,0	20,1

20. Sept. Sonne.

			Luft über nacktem Boden	Grasboden im Schatten
9 ⁰⁰	12,7	15,2	14,0	13,0
				11,1
11 ⁰⁰	15,2	19,0	17,3	17,8
				12,0
3 ⁰⁰	19,0	25,5	20,0	19,2
				13,0

21. Sept. Voller Sonnentag.

8 ⁰⁰	5,0	8,2	—	—
9 ³⁰	13,8	15,0	—	12,0
11 ⁴⁵	17,2	22,0	—	17,0
1 ⁰⁰	19,2	24,0	18,0	23,0
4 ⁴⁵	18,6	21,5	18,8	—

Zeit	Luftt. °	Nackter Boden	Grasboden	
			in Sonne	in Schatten
28. Sept.	Zumeist Sonne.			
8 ⁰⁰	10,4	11,7	12,8	11,8
12 ⁰⁰	14,0	16,5	15,2	13,0
3 ⁰⁰	17,0	21,0	17,2	14,0
5 ⁰⁰	13,7	16,5	15,8	—

Der besonnte Grasboden kommt wenig über die Lufttemperatur, der beschattete bleibt hinter derselben zurück.

29. Sept. Sonne.

8 ⁰⁰	6,5	10,2	11,5
11 ⁰⁰	15,2	17,8	14,0
2 ⁰⁰	20,0	23,0	18,5
5 ⁰⁰	16,0	19,0	18,0

8. Okt.

8 ³⁰	5,6	8,5	9,0	Morgens Nebel, tagsüber Sonne
11 ³⁰	12,0	17,0	13,2	
2 ³⁰	19,8	24,0	18,5	

9. Okt.

9 ⁰⁰	9,0	10,2	12,0	Bei Nebel
-----------------	-----	------	------	-----------

d) Plateau und Hang. Auf nacktem Boden.

1. 10. Febr. 1905. Krainberghöhe und Hang gegen den Main (SW.) Sonne.

Zeit	Luftt. °		
2 ³⁰	9,8	Plateau	5,0 ⁰
		Einige Meter darunter am Hang	10,5
		Ebenda in 4 cm Tiefe	6,0
		Ebenda in 7 cm Tiefe	5,0

2. 17. Febr. 1905. Steilweg am Maingestell. Sonne.

Zeit	Luftt. °		
10 ²⁰	7,3	Auf einem Absatz	2,0
		Am Hang desselben	7,0

3. 18. Febr. 1905. Ort wie Nr. 1. Wechselnde Sonne.

Zeit	Luftt. °		
10 ³⁰	4,8	Plateau	6,3
		16 Schritte abwärts	7,3
11 ⁴⁵	5	Plateau	9,0
		Hang	10,0

4. 1. März 1905. Ebenda. Verschleierte Sonne.

Zeit	Luftt. °		
11 ⁴⁵	5	Plateau	7,0 ⁰
		9 Schritte darunter	9,0

5. 24. März 1904. Über dem Felssturz auf dem hohen Kalbenstein. Verschleierte Sonne.

Zeit	Luftt. °		
11 ³⁰	5	Plateau	6,0
		Hang	8,0

6. 24. März 1904. Wie Nr. 1, 3, 4.

Zeit	Luftt. °		
1 ¹⁵	8	Plateau	9,0
		Hang	13,5

7. 26. März 1904. Ebenda.

Zeit	Luftt. °		
4 ⁰⁰	17	Plateau	18,0
		Hang	20,0

8. 27. März 1904. Krainberg gegen das Rosenholz. Sonne. Zwergboden.

Zeit	Luftt. °		
5 ³⁰	14,3	Plateau	14,3
		Hang	17,5

9. 4. Mai 1906. Steilweg am Maingestell. Sonne. Hochblüte der Potentillen.

Zeit	Luftt. °		
11 ⁰⁰	19,5	Plateau	24,0
		50 Schritte darunter	32,0
		Auf der Hälfte des Steilwegs	28,0

10. 4. Mai 1906. Am Neuberg III. Sonne. Künstlicher Erdhügel ca. 2 m hoch.

Zeit	Luftt. °		
11 ⁴⁵	21,5	Plateau	24,0
		Hang des Hügels	26,0

11. Juni 1906. Ort wie Nr. 1 usw. Trinia blüht. Sonne.

Zeit	Luftt. °		
11 ⁰⁰	21	Plateau	31,0
		nackter Hang	31,5

12. 1. Juli 1906. Ebenda. <i>Stipa capillata</i> blüht. Sonne.			
Zeit	Luftt.°		
11 ⁴⁵	17,8	Plateau	33 ⁰
		Hang	36
13. Mitte Juli. Ebenda. Sonne.			
Zeit	Luftt.°		
11 ⁰⁰	19,6	Plateau	21
		3 m am Hang	31
		Bei 3 m am Hang in 6 cm	
		Bodentiefe	21

Resultat: Zu jeder Zeit vom Februar bis Juli der Hang höher temperiert als das ganz naheliegende Plateau, um die Mittagszeit.

4. Täglicher Gang der Luft- und Bodentemperatur während der Vegetationszeit. 1908 und 1909.

Die nachfolgenden Untersuchungen über Bodentemperatur an der Oberfläche in 2 cm Tiefe und in 10 cm sind in der Vegetationszeit (April bis August) im hiesigen botanischen Garten in zwei aufeinanderfolgenden Jahren auf nacktem (vegetationsfreien) Gartenboden angestellt.

Die eine Stelle erhält an Sonnentagen von morgens zwischen 7 und 8 Uhr bis abends um dieselbe Zeit die direkte Sonne; etwa 5 m davon liegt in kontinuierlichem Schatten einer dickbelaubten jungen Linde eine zweite Stelle, die im Gegensatz zum trocknen nackten Boden stets feucht ist und wo Büsche von *Aspidium filix mas* und *Osmunda* stehen.

Die Lufttemperatur wurde jeder Zeit durch Schleuderthermometer, die Bodentemperatur durch zwei gleichgehende kleine Thermometer festgestellt. Festliegende Thermometer durfte ich im hiesigen botanischen Garten, der öffentlicher Durchgang für jedermann und dabei ohne Aufsicht ist, nicht riskieren; ich hatte meine Not den Gießeifer der Gartenleute in der Versuchsnähe zu zügeln.

Als allgemeinen Satz meiner Beobachtungen darf ich aufstellen:

Luft und oberflächliche Bodentemperatur sind in der Vegetationszeit morgens 6 Uhr völlig oder nahezu

gleich (z. B. 18. Mai 1908); sehr rasch überholt die Bodentemperatur die der Luft (Beispiel 19. Mai 1908), die Differenz vergrößert sich bis zu einem Maximum in den Nachmittagsstunden, um sinkend gegen Abend geringer zu werden und im Laufe der Nacht sich beinahe oder völlig auszugleichen.

Dieser Gang, wie auch der der Temperatur in den tieferen (10 cm) Bodenschicht ist in den Kurven (III—VII) leicht zu übersehen.

An Sonnentagen ist die Differenz von 7—8° nicht ungewöhnlich, die größte gefundene (21. und 31. Mai 1908) von 12—13°; bei bedecktem Himmel kann eine wesentliche Differenz ausbleiben, usw.

Über die Schnelligkeit, mit der sich am Morgen die Temperaturerhöhung im Boden einstellt, mag nachstehendes Beispiel dienen:

6. Juli Morgens 6⁴⁵ hat die Sonne den Boden noch nicht erreicht.

	Luftt. °	Bodent. °
	16,0	17,0
Nach 7 Minuten Boden beschienen		19,0°
Nach 15 Minuten		20,8
Nach 50 Minuten		26,5

Man kann sagen, jeder Sonnenstrahl kommt dem Boden und der Pflanze zugute.

a) 1908. 17. Mai bis 30. Juni.

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
17. Mai	9 ³⁰	17,0	21,5	14,0	Den ganzen Tag Sonne, meist freie, mitunter Wolken
	11 ³⁰	20,0	29,0	18,0	
	4 ⁰⁰	22,0	30,0	24,0	
	5 ¹⁵	22,0	29,0	25,0	
	5 ⁴⁰	20,2	27,0	—	Seit einer Stunde Boden im Schatten
	7 ⁴⁵	18,3	21,0	21,0	
18. „ *)	6 ⁰⁰	11,2	11,2	11,1	Bedeckt bis 10 ³⁰ , dann Sonne bis nach 6 Uhr
	8 ³⁰	16,0	16,0	13,2	
	11 ³⁰	19,2	30,0	18,2	
	1 ⁰⁰	22,0	35,5	25,0	
	2 ⁰⁰	24,0	39,0	29,0	In 5 cm = 33°, Luft 5 cm über dem Boden = 28°
	3 ³⁰	24,3	37,0	29,0	

*) Vgl. Kurventafel IV.

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
18. Mai	4 ²⁰	24,0	35,0	28,0	
	5 ²⁰	24,0	29,2	25,0	
	6 ²⁰	23,5	26,4	24,0	
	8 ²⁰	18,0	20,8	21,0	
19. „	6 ⁰⁰	12,0	13,0 (1,0)	13,8	Bisher von Tagesanbruch an Nebel, nachher Sonne bis nach 6 Uhr abends
	8 ²⁰	16,5	19,0 (3,0)	15,0	
	9 ¹⁰	17,8	22,0 (4,2)	15,8	
	10 ²⁵	22,0	27,8 (5,8)	18,8	
	11 ²⁵	23,8	31,0 (7,2)	21,5	
	1 ²⁵	25,4	35,0 (9,6)	27,0	
	2 ⁴⁵	25,5	37,0 (9,5)	30,0	
	4 ⁰⁰	25,5	35,0 (9,5)	30,0	
	5 ⁰⁰	25,5	29,8 (4,3)	29,0	
	6 ⁰⁰	25,5	29,2 (3,7)	26,5	
	7 ⁴⁵	20,1	23,5 (3,4)	24,0	Boden beschattet
	8 ⁰⁰	19,1	22,0 (2,9)	23,0	desgl.
20. „	6 ⁰⁰	13,2	13,8	15,0	Unbesonnener Boden
	8 ⁴⁵	19,0	19,0	15,8	Verschleierte Sonne
	10 ²⁰	22,0	27,0	19,0	desgl.
	11 ³⁰	23,2	27,0	21,0	desgl.
	1 ¹⁰	21,4	26,8	22,0	Bedeckt
	3 ²⁰	20,8	24,0	22,0	„
	6 ⁰⁰	21,0	22,8	21,0	Seit 1½ Stunden Sonne
21. „	6 ¹⁵	12,1	13,2	13,8	Nebel
	6 ⁴⁵	13,2	13,2	—	Leichte Sonne
	8 ³⁰	18,1	20,2	14,9	Sonne
	10 ⁰⁰	21,5	28,5	19,5	„
	11 ³⁰	24,1	35,5	32,0	„
	2 ³⁰	28,0	40,0	29,0	„
	4 ⁰⁰	28,0	36,0	31,0	„
25. „	6 ⁰⁰	8,2	8,8	9,0	Völlig trüber und bedeckter Tag. Differenzen fast 0
	8 ³⁰	9,4	10,0	10,0	
	2 ⁰⁰	9,2	10,5	11,0	
26. „	6 ⁰⁰	10,0	10,0	10,5	Sonnenloser Tag, doch hellt sich gegen Mittag die Wolkendecke etwas auf
	2 ⁰⁰	15,2	18,2	15,0	
	6 ⁰⁰	14,2	15,8	14,8	

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
27. Mai	6 ⁰⁰	12,2	12,0	12,0	Trüber Tag, gegen Mittag etwas heller, doch ohne Sonne, etwas Regen
	8 ⁰⁰	13,4	14,0	12,0	
	11 ⁰⁰	15,0	18,1	14,1	
	2 ³⁰	17,0	20,0	16,1	
29. „	7 ⁰⁰	12,8	13,0	12,2	Trüb und Regen
	12 ⁰⁰	16,0	17,0	14,0	
30. „	8 ⁰⁰	17,5	16,8	13,0	Sonnentag, aber die Meß- stelle des Bodens im Schatten
	10 ³⁰	20,0	25,5	17,5	
	2 ²⁰	23,0	26,0	19,0	
	6 ⁰⁰	22,2	23,0	20,0	
31. „	8 ⁰⁰	18,0	15,5	13,0	8 Uhr Boden noch be- schattet, sonst klarer heißer Tag
	10 ⁴⁰	23,2	31,0	21,0	
	2 ⁰⁰	26,0	39,5	30,0	Größte Differenz = 13,5°
	3 ⁰⁰	27,6	39,2	30,0	
	6 ⁰⁰	26,0	28,2	25,5	
1. Juni	6 ⁰⁰	15,0	15,2	14,3	Heißer, klarer, nur gegen Mittag ein wenig ver- schleierter Tag
	12 ⁰⁰	28,3	38,0	25,5	
	2 ⁰⁰	31,3	43,8	35,0	
	4 ⁰⁰	29,8	42,0	—	
	6 ⁰⁰	28,0	32,0	—	
2. „	6 ⁰⁰	19,2	18,3	—	Meist völlig klar
	12 ⁰⁰	29,0	39,2	—	
11. „	9 ⁰⁰	22,4	25,0	18,8	Klar
	10 ⁰⁰	25,0	—	—	
Luft über dem Boden 29°			32,0	—	
15. „	6 ⁰⁰	16,5	19,0	—	„
	4 ⁰⁰	24,2	31,5	31,0	
16. „	6 ⁰⁰	15,0	16,0	16,0	„
	9 ⁰⁰	23,2	31,0	21,0	
17. „	6 ⁰⁰	16,8	19,0	16,8	„
21. „	8 ³⁰	13,1	16,4	17,2	Völlig bedeckter Tag
	11 ⁰⁰	14,7	18,1	17,8	
	2 ⁰⁰	17,0	18,7	17,8	
	8 ⁰⁰	16,5	18,7	17,7	
Größte Differenz			3,9	2,3	0,6

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
22. Juni	6 ³⁰	16,0	17,0	16,8	Trüb und Regen den Tag über
	9 ⁰⁰	17,8	19,2	17,8	
	1 ²⁰	20,5	25,2	20,0	Etwas verschleierte Sonne
	6 ⁰⁰	18,9	20,5	20,0	
23. „	8 ⁰⁰	15,8	15,8	15,8	Vormittags Regen, nachmittags sich aufklärend
	12 ⁰⁰	18,0	20,5	17,8	
	3 ³⁰	20,5	23,8	21,0	
25. „	6 ¹⁵	14,0	15,2	16,2	Völlig heiterer Tag
	9 ³⁰	21,5	27,5	21,5	
	11 ¹⁵	24,0	36,0	25,6	
	2 ⁰⁰	26,5	38,0	31,0	
Größte Differenz		12,5	22,8	14,8	
26. „	7 ⁰⁰	12,3	14,2	17,0	Klar und frisch
	11 ⁴⁵	22,0	36,0	—	
	2 ⁴⁰	23,5	36,2	31,8	
	3 ³⁰	23,5	—	—	
	7 ⁰⁰	21,5	23,5	—	
29. „	6 ³⁰	12,4	13,0	16,0	Vor der Sonne gemessen
30. „	6 ³⁰	15,2	16,8	18,5	

b) 1909. 17. April bis 3. August.

17. April	11 ³⁰	18,1	20,5	12,0	Den ganzen Tag Sonne
	2 ⁰⁰	20,2	28,0	17,8	
	5 ³⁰	29,0	21,0	18,9	
18. „	7 ³⁰	7,8	9,0	9,0	Sonne verschleiert desgl. Sonne und einzelne Wolken desgl.
	11 ⁰⁰	18,0	20,5	13,0	
	2 ³⁰	23,5	30,2	19,0	
	5 ³⁰	20,0	22,0	20,0	
19. „	7 ³⁰	12,9	13,4	12,5	Nachts leichter Regen, trüb Sonne und Wolken
	1 ³⁰	20,1	27,2	18,8	
	3 ¹⁵	20,0	25,4	20,8	
20. „	7 ⁰⁰	10,0	10,0	11,5	Feine Wolken Seither Regen Regen, zuletzt Sonne Meist Sonne
	11 ⁰⁰	14,2	14,8	13,4	
	2 ⁰⁰	15,3	21,0	14,0	
	5 ⁰⁰	14,4	15,8	15,0	

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
21. April *)	7 ⁰⁰	8,5	8,2	9,2	Bewölkt
	8 ⁰⁰	9,0	10,6	9,8	Etwas verschleierte Sonne
	9 ⁰⁰	10,7	11,2	10,2	Himmel bedeckt
	12 ⁰⁰	13,1	15,8	12,6	desgl.
	2 ⁰⁰	12,2	16,7	13,0	desgl.
	4 ⁰⁰	13,2	26,2	15,0	Seit 2 Uhr klar
	7 ⁰⁰	11,2	12,2	14,0	Klar, aber seit 1 Stunde Boden nicht mehr besonnt
22. „ **)	6 ⁴⁵	5,4	5,4	6,5	Kalte, heitere Nacht, tagsüber Sonne, aber gegen Mittag sich verschleiern; von 7 Uhr die Sonne auf dem Boden, bis gegen 6 Uhr
	7 ³⁰	6,2	6,4	7,0	
	8 ⁰⁰	9,0	9,0	7,2	
	8 ³⁰	9,0	9,0	7,2	
	9 ³⁰	12,2	15,2	8,5	
	10 ³⁰	13,5	18,0	10,0	
	12 ⁰⁰	17,2	20,8	14,2	
	1 ³⁰	17,2	21,6	15,1	
	4 ⁰⁰	18,3	22,3	17,0	
	5 ³⁰	18,2	21,5	17,0	
	7 ²⁰	15,0	16,0	16,0	
23. „ ***)	7 ⁰⁰	9,0	9,0	10,0	Bedeckt von morgens ab
	8 ⁰⁰	10,0	10,0	10,0	Von 9 Uhr ab etwas Regen
	11 ³⁰	14,2	14,5	11,8	
	1 ³⁰	15,0	17,2	12,2	
	3 ⁰⁰	16,5	18,0	13,0	Zwischen 3 und 4 etwas aufgehellt, doch keine Sonne
	4 ⁰⁰	18,0	18,5	13,5	
	5 ³⁰	16,2	18,7	14,3	
	7 ³⁵	13,1	13,8	14,0	Regen
24. „	7 ⁰⁰	14,0	11,2	11,1	Nachts etwas Regen.
	8 ⁰⁰	16,1	14,8	11,4	6 Uhr 11 ⁰ — Boden feucht.
	10 ⁰⁰	20,0	21,0	13,3	Tagsüber verschleierte Sonne
	1 ³⁰	24,0	24,8	14,3	
27. „	7 ³⁰	13,1	13,8	14,0	Boden sehr feucht, Sonne
	11 ³⁰	19,2	24,5	16,8	
	3 ⁰⁰	20,0	23,2	19,1	

*) Vgl. Kurventafel VI.

**) Vgl. Kurventafel III.

***) Vgl. Kurventafel V.

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
1. Mai	7 ⁰⁰	4,0	5,2	7,0	Gestern Regen, bedeckt, nur vorübergehend etwas Sonne
	11 ³⁰	10,0	14,3	10,0	
2. „	9 ⁰⁰	5,0	11,0	8,2	Tagsüber bedeckt, gelegentlich etwas Sonne oder Regen
	11 ³⁰	7,6	16,5	11,0	
	3 ³⁰	10,1	18,2	13,1	
	4 ³⁰	9,5	17,2	14,0	Zwischen 4 und 6 Uhr starker Regen
	6 ³⁰	6,0	10,2	12,5	
3. „	6 ³⁰	0,8	2,8	6,2	Nachts Reif, morgens etwas neblig. 6 ³⁰ kommt die Sonne auf das Beet
	8 ⁰⁰	5,0	8,5	6,0	
	8 ³⁰	6,3	11,3	7,3	
	11 ³⁰	10,5	20,2	12,0	Bisher Sonne, tagsüber gelegentlich Wolken
	1 ³⁰	13,1	20,3	14,0	
	3 ⁰⁰	14,0	21,7	14,8	
	5 ³⁰	12,0	15,8	14,9	
	6 ¹⁰	11,0	13,0	12,7	In 50 cm 10,4°
	7 ³⁰	8,2	11,8	12,5	
4. „	6 ⁰⁰	4,0	4,0	6,2	Morgens klar, den Tag über Sonne und Wolken.
	8 ¹⁵	9,5	9,3	7,5	
	10 ³⁰	14,5	23,0	12,8	In 50 cm 10,2°
	2 ⁰⁰	16,2	27,2	17,0	
	4 ⁰⁰	15,0	18,0	15,0	
6. „	6 ³⁰	9,0	7,2	8,2	Sonnentag
	8 ⁰⁰	11,0	11,0	8,5	
	11 ³⁰	14,2	24,0	14,8	In 50 cm 10,4, größte Differenz 15,6°
	1 ³⁰	16,4	32,0	18,5	
	7 ⁰⁰	13,3	14,0	16,0	
7. „	2 ⁰⁰	17,7	27,0	18,2	Sonne
	4 ⁰⁰	16,8	22,2	19,2	
8. „	7 ³⁰	7,0	8,5	8,2	
9. „	8 ⁰⁰	11,7	11,2	9,2	In 50 cm 11,2°
	4 ²⁰	18,0	22,0	19,0	
10. „	6 ¹⁵	—	7,5	9,8	Boden im Schatten
	8 ⁰⁰	10,5	12,8	10,0	Sonne
	11 ¹⁵	14,0	24,0	16,5	Sonne
	2 ⁰⁰	17,8	28,0	19,4	Wolken und Sonne
	6 ⁰⁰	17,0	21,5	20,0	Boden im Schatten In 50 cm 11,6°

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
11. Mai	9 ⁰⁰	14,0	20,0	13,0	In 50 cm 12°, Sonne
13. „	6 ⁰⁰	13,0	18,0	17,0	In 50 cm 12,7°
14. „	6 ³⁰	4,2	5,2	9,2	desgl. 12,6° Boden im Schatten
14. „	8 ³⁰	9,1	14,2	10,7	Sonne
	11 ³⁰	11,6	21,0	15,3	„
	5 ³⁰	13,2	20,0	18,5	Sonne und Wolken
15. „	7 ⁰⁰	6,1	8,5	10,0	6 Uhr 4°, Wolken und Sonne
	10 ⁰⁰	12,0	14,8	12,0	Trüb, Regen
	2 ⁰⁰	16,1	23,6	18,4	Wechselnd
16. „	6 ⁴⁵	8,3	9,0	10,3	In 50 cm 12,3°, wechselnde Sonne
	6 ⁰⁰	23,0	23,3	21,0	
17. „	6 ³⁰	13,6	14,8	14,2	In 50 cm 12,7°, bedeckt
19. „	7 ⁰⁰	6,1	9,1	11,8	Trocken und klar
	8 ⁴⁵	13,7	18,0	13,3	
20. „	10 ⁰⁰	19,1	30,8	20,1	Völlig klarer Tag, in 50 cm 13,8°
21. „	2 ⁰⁰	23,3	34,5	24,2	In 50 cm 14,3°, völlig klar
22. „	11 ²⁵	23,5	30,0	20,4	Wechselnde Sonne
	2 ⁰⁰	26,2	32,2	24,0	In 50 cm 14,8°
23. „	4 ⁰⁰	29,0	33,0	26,0	In 50 cm 15,0°, klar
24. „	2 ³⁰	26,5	35,0	25,2	Von Mittag an heiße Sonne, in 50 cm 15,5°
25. „	6 ³⁰	10,0	12,2	16,3	In 50 cm 16,0°, heißer Tag
26. „	6 ⁴⁵	13,0	15,4	16,2	Bedeckt
	11 ³⁰	15,0	19,2	18,8	In 50 cm 16,2°
27. „	6 ⁴⁵	11,0	13,0	14,0	Nachts und vormittags
	2 ⁴⁵	16,0	20,8	18,0	Regen, nachmittags Sonne und Wolken, in 50 cm 15,7°
7. Juni	6 ³⁰	10,8	12,5	13,8	Boden regenfeucht, tags- über Sonne
	6 ⁰⁰	19,5	22,7	—	In 50 cm 15,9°
8. „	6 ³⁰	11,0	12,5	13,5	Den ganzen Tag meist Sonne
	8 ³⁰	15,5	22,0	15,5	In 50 cm 16,1°

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
8. Juni	11 ³⁰	21,0	29,0	21,8	
	4 ⁰⁰	21,2	28,0	24,8	
9. „	6 ⁰⁰	10,0	11,7	14,8	In 50 cm 16,3°, sonnig
	8 ⁰⁰	14,0	18,6	15,1	
	11 ³⁰	22,0	31,0	22,0	
	1 ²⁰	23,5	33,0	25,0	
10. „	7 ⁰⁰	12,0	16,2	16,2	Bedeckter Tag, nach Mittag auch Sonne
	10 ⁰⁰	18,0	20,2	18,0	
	3 ³⁰	23,4	31,2	25,4	In 50 cm 16,5°
11. „	7 ⁰⁰	11,0	14,0	16,5	Ganzen Tag Regen! Morgens 7 Uhr in 50 cm 16,5°
	11 ³⁰	10,8	14,0	15,2	
	1 ³⁰	11,1	16,2	15,2	
	5 ⁰⁰	12,0	15,0	15,2	
13. „	9 ⁰⁰	12,0	14,0	12,0	Gestern und heute Regen- tage! In 50 cm 15,3°
14. „	6 ³⁰	10,0	11,6	12,5	Trüb und Regen ohne jegliche Sonne
	9 ⁰⁰	10,4	12,5	12,5	
	11 ³⁰	13,0	16,0	13,4	In 50 cm 14,5°
	4 ⁰⁰	12,8	16,3	15,5	
15. „	6 ⁰⁰	11,6	12,8	13,2	Boden feucht, meist ver- schleierte Sonne, in 50 cm 14,7°
	9 ⁰⁰	14,4	18,0	15,0	
	11 ³⁰	16,4	20,4	17,0	
	3 ⁰⁰	19,6	25,2	20,8	Sonne beständiger In 50 cm 14,4°
	4 ¹⁵	20,0	27,5	22,0	
	7 ³⁰	17,2	18,1	20,0	
16. „	6 ³⁰	9,2	9,9	12,8	Von 6 Uhr 70, völlig klarer Tag, Boden feucht
	9 ⁰⁰	16,1	22,0	14,5	
	11 ³⁰	20,0	29,8	20,6	
	1 ²⁰	21,0	31,0	24,2	In 50 cm 14,7°
	4 ⁰⁰	22,0	27,5	23,0	
	6 ⁰⁰	21,0	22,0	21,5	
18. „	7 ⁰⁰	12,0	12,8	14,5	Sonniger Tag, selten Streifwolken
	9 ⁰⁰	14,8	21,0	15,3	
	11 ⁰⁰	18,2	34,0	21,0	In 50 cm 15,7° desgl. desgl.
	2 ⁰⁰	20,2	37,2	26,5	
	8 ⁰⁰	16,1	21,2	22,2	

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
19. Juni	7 ⁰⁰	10,4	12,8	14,2	Sonne meist verschleiert
	11 ³⁰	17,5	28,5	21,0	
	5 ⁰⁰	19,8	24,0	—	In 50 cm 16°
20. „	9 ⁰⁰	19,7	25,0	17,8	Meist verschleierte Sonne
	11 ³⁰	21,9	31,3	—	
21. „	2 ¹³	25,8	35,3	28,2	In 50 cm 16,2°, sonst wie 20. Juni
22. „	7 ⁰⁰	17,5	18,5	18,5	Nachts starker Gewitter- regen, Boden naß
	9 ⁴⁵	22,4	27,0	20,5	
	11 ⁴⁵	25,0	32,0	23,0	Wechselnde Sonne In 50 cm 16,5°
23. „	7 ⁰⁰	11,2	13,8	15,8	Nachts und morgens Regen, gegen Mittag und Nachmittag wechselnde Sonne
	11 ⁴⁵	18,0	20,5	18,0	
	2 ⁰⁰	19,0	26,7	21,2	In 50 cm 16,8°
	6 ⁰⁰	16,9	20,2	19,4	
25. „	6 ³⁰	12,9	13,2	14,7	In 50 cm 16,4°
28. „	6 ³⁰	12,2	12,5	13,0	Bedeckt, nur gelegentlich Sonne
	11 ¹⁵	19,0	21,4	18,2	
	2 ²⁰	18,0	25,0	23,0	
29. „	4 ⁰⁰	19,8	22,3	21,0	Trüb
30. „	4 ⁰⁰	12,2	15,0	15,0	Beständiger Regen
3. Juli	4 ⁰⁰	22,0	36,0	25,5	Sonnentag, in 50 cm 14,5°
	8 ⁰⁰	14,2	18,0	13,0	
	10 ⁰⁰	21,0	25,0	17,0	Sonnentag
	3 ⁰⁰	21,2	27,0	24,5	
	5 ⁰⁰	22,3	24,0	—	In 50 cm 15,3°
8. „	11 ²⁰	15,2	20,8	17,0	In 50 cm 15,5°, Wolken, selten Sonne
9. „	11 ¹⁵	13,2	14,5	14,2	Trüb, Regen, Tag ohne Sonne, in 50 cm 15,2°
	6 ⁰⁰	13,2	15,0	15,2	
11. „	4 ⁰⁰	14,8	18,4	17,3	Nachts Regen, tagsüber trüb, in 50 cm 14,8°
16. „	11 ³⁰	19,0	21,2	18,8	Wenig wechselnde Sonne, vom Regen feuchter Boden, in 50 cm 15,3°
	4 ⁰⁰	21,0	22,4	20,0	
17. „	12 ⁰⁰	16,8	17,1	16,6	Wolken, kaum Sonne
	6 ⁰⁰	18,3	19,4	18,9	
19. „	2 ⁴⁰	26,0	36,0	25,0	In 50 cm 15,4° Heißer Tag, Sonne und Wolken

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
20. Juli	6 ³⁰	12,4	14,0	15,2	Warmer Tag mit Sonne und Wolken
	11 ⁴⁰	19,0	28,2	20,8	
21. „	7 ⁰⁰	17,7	13,0	14,0	Sonne, selten Wolken
	12 ⁰⁰	23,5	27,2	19,2	
	3 ⁰⁰	24,1	30,2	—	
22. „	8 ⁰⁰	20,2	19,8	18,8	desgl.
23. „	7 ³⁰	19,2	17,0	17,3	Sonne und Wolken den ganzen Tag
	10 ⁰⁰	21,0	24,0	20,2	
	4 ⁰⁰	25,1	29,2	25,2	
	6 ⁰⁰	23,5	23,0	24,0	
	8 ⁰⁰	18,5	20,0	21,0	
24. „	7 ⁰⁰	14,5	16,2	17,5	Leichter Regen seit 5 Uhr In 50 cm 16,7°
25. „	8 ⁰⁰	17,5	18,5	16,0	Sonne und Wolken In 50 cm 17,1°
	10 ⁰⁰	21,0	26,2	18,5	
28. „	11 ⁰⁰	21,4	22,9	19,5	Bedeckt; zwischen 2 und 4 Uhr Regen
	4 ³⁰	18,3	21,5	20,8	
29. „	7 ⁰⁰	12,5	13,0	13,8	Morgens Sonne und Wolken, nachmittags bedeckt
	10 ⁴⁵	16,7	20,4	17,2	
	3 ⁰⁰	19,1	21,1	19,2	
30. „	8 ⁰⁰	15,0	15,2	15,1	Bedeckter trüber Tag, etwas Regen In 50 cm 16,7°
	2 ⁰⁰	19,0	19,0	18,5	
	6 ⁰⁰	18,1	17,5	17,5	
31. „	8 ⁰⁰	16,0	19,0	15,5	Nachts sehr starker Regen, tags Sonne und Wolken
	3 ⁰⁰	19,9	23,8	21,9	
	5 ⁰⁰	19,2	21,3	21,2	
1. Aug.	11 ⁰⁰	21,2	22,5	19,0	Morgens trüb, nachmittags Sonne Dämmerung
	4 ³⁰	22,2	23,2	22,3	
	8 ³⁰	16,5	18,0	19,5	
2. „	7 ⁰⁰	13,9	14,2	15,3	Morgens Nebel, 7 Uhr Cirrus, tagsüber wechselnde Sonne, am späten Nachmittag trüb und etwas Regen
	9 ⁰⁰	21,8	24,0	17,6	
	11 ³⁰	23,8	25,2	20,8	
	2 ⁰⁰	22,2	25,5	22,0	
	3 ⁰⁰	23,0	26,7	22,4	Zwischen 6 und 8 Uhr Gewitterregen
	6 ⁰⁰	21,1	22,6	21,9	
	8 ⁰⁰	16,2	20,0	21,2	

Datum	Zeit	Luftt. °	Bodent. °		Bemerkungen
			2 cm	10 cm	
3. Aug.	7 ⁰⁰	14,5	14,5	15,2	Nach klarer Frühe schon um 7 Uhr sich trübend, den ganzen Tag bedeckt, gelegentlich etwas heller, aber ohne direkte Sonne
	9 ⁰⁰	14,5	16,4	15,7	
	11 ⁰⁰	14,7	16,1	15,8	
	1 ⁰⁰	16,2	20,5	17,1	
	3 ³⁰	15,9	18,8	17,9	
	6 ⁰⁰	14,9	18,0	17,9	Um diese Zeit etwas Regen
	7 ⁰⁰	13,2	15,9	17,5	

5. Allgemeine Lufttemperatur und Temperatur der Luft über dem Boden.

Die folgenden Versuche zeigen, daß auf kleinem Raum die Temperatur der Luft über dem Boden (2 cm und mehr) höher ist als die allgemeine Lufttemperatur; sie zeigen zugleich die Verschiedenheit dieser Differenz an heiteren und bedeckten Tagen, auf nacktem und Grasboden, am Morgen und am Mittag.

a) Allgemeine Lufttemperatur und Luft über dem Boden verglichen.

In den folgenden im botanischen Garten ausgeführten Versuchen lag das Thermometer auf zwei Holzstäbchen, etwa 2 cm über dem nackten Boden, und war während der Versuchsdauer beschattet.

Datum	Zeit	Allg. Luftt. °	Luftt. ° über dem Boden	Differenz
19. Juli 1908 Himmel bedeckt	8 ³⁰	15,5	16,2	0,7
	11 ³⁰	18,2	19,0	0,8
	6 ⁰⁰	19,0	19,1	0,1
20. Juli Himmel bedeckt	6 ⁰⁰	15,4	16,0	0,6
	11 ⁰⁰	19,0	19,5	0,5
	5 ²⁰	20,6	20,9	0,3
22. Juli Wechselnde Sonne	6 ⁰⁰	12,5	12,5	—
	3 ⁰⁰	21,0	27,8	6,8
	6 ⁰⁰	21,0	23,5	2,5
24. Juli heiter	8 ⁰⁰	17,0	18,2	1,2
26. Juli heiter	11 ⁰⁰	24,0	32,5	8,5

(Boden 32°)

Datum	Zeit	Allg. Luftt. °	Luftt. ° über dem Boden	Differenz
28. Juli heiter	2 ⁰⁰	28,0	33,0 (Boden 39 °)	5,0
30. Juli heiter	8 ⁰⁰	21,5	23,0	1,5
	9 ³⁰	23,5	25,8	2,3
	2 ⁰⁰	28,6	32,3 (Boden 43 °)	3,7

Ein Versuch über beschattetem Grasboden.

28. Juni heiter	4 ⁴⁵	25,0 (Boden 17,6 °)	21,2	3,8
--------------------	-----------------	------------------------	------	-----

Resultat: Auf nacktem Boden ist der Unterschied zwischen allgemeiner Lufttemperatur und der über dem Boden bei bedecktem Himmel sehr gering, in der Sonne dagegen bis 8° höher. Auf beschattetem Grasboden ist die Bodenluft kälter.

b) Allgemeine Lufttemperatur, Temperatur des offenen Bodens in Sonne und Schatten, sowie der Luft über dem Boden. *Chelidonium* wächst neben der Meßstelle in Sonne, *Aspidium filix mas* im Schatten ein Paar Schritte voneinander, Sonnentage im botanischen Garten.

Datum	Zeit	Luftt. °	Sonnen- bodent. °	Luft darüber	Schatten- bodent. °	Luft darüber
26. Juli 1908	11 ⁰⁰	24,0	2 cm 35,0 10 cm 22,0	31,5 (7,5)	18,5 17,0	21,8 (3,3)
	6 ⁰⁰	27,2	2 cm 37,0 10 cm 28,5	28,5 (1,3)	20,5	24,0 (3,5)
30. Juli 1908	8 ⁰⁰	21,5	2 cm 23,0 10 cm 20,8	23,0 (1,5)	20,8 18,0	19,8
	2 ⁰⁰	28,6	2 cm 43,0 10 cm 32,0	32,3 (3,7)	21,0 19,8	24,0 (3,0)
16. Juni 1909 Sonne	11 ³⁰	20	2 cm 29,8 10 cm 20,6	23,0 (3,0)	—	18,5

Ein Beispiel von beschattetem Rasenboden.

17. Juni 1909	3 ³⁰	23	2 cm 39,0 10 cm 28,0 50 cm 15,2	28,5 (5,5)	15,8	22,0 (6,2)
---------------	-----------------	----	---------------------------------------	------------	------	------------

Datum:	Zeit	Luftt. ^o	Sonnen- bodent. ^o	Luft darüber	Schatten- bodent. ^o	Luft darüber
4. Juli 1909	3 ⁰⁰	21,9	2 cm 31,3	24,9 (3,0)	16,3	19,3 (3,0)

Größte Differenz zwischen allgemeiner und Bodenluft:

In der Sonne 7,5^o

Im Schatten 6,2^o

c) Beobachtungen auf dem Wellenkalk über freie Luftt.^o
und die des Bodens.

25. Juli 1907. Windstiller sonniger Tag, auf der Höhe am
Maingestellgraben.

1. Über nacktem Felsboden, 11⁰⁰. Luftt. = 20^o.
7 cm über dem Boden 27,0 (7,0)
63 cm „ „ „ 24,0 (4,0)
2. Über rasigem Boden (ovina und Kräuter). 21^o.
In Höhe von 27 cm 24,2 (3,2)
„ „ „ 77 cm 23,0 (2,0)
3. 11⁰⁰ Luftt. 22,5^o — 5 cm über dem Boden.
Über begrastem Boden 24,5 (2,0)
Über nacktem Fels 27,0 (4,5)

Also ein Unterschied zwischen nacktem und bedecktem Boden.

6. Lufttemperatur zwischen den Pflanzengliedern.

Dieser Abschnitt zeigt in einer Reihe von Beobachtungen
das Verhalten der Temperatur von nacktem und bedecktem (Gras-)
Boden.

Während ersterer in der bekannten Weise in der Sonne sich
wesentlich höher erwärmt als die Luft und dadurch von größter
Bedeutung für die Lufttemperatur des Standorts wird, bleibt der
pflanzenbedeckte Boden sehr gewöhnlich hinter der Lufttemperatur
zurück. Ramann sagt (S. 325): „Eine Decke von lebenden
Pflanzen bewirkt Erniedrigung der Durchschnittstemperatur und
Abschwächung der Wärmewirkung im Boden“.

Unter diesen Verhältnissen kann die Luft über dem bedeckten
Boden zwar auch gelegentlich höher als die Lufttemperatur im
allgemeinen sein (a) 30. Aug.), der gewöhnliche Fall aber ist um-
gekehrt, und die Luft über dem Boden, eben durch den kühleren
Grasboden, unter die allgemeine Lufttemperatur abge-
kühlt (so auf Tafel VII 20. Aug.). Die Resultate der einzelnen

Beobachtungstage sind unten hervorgehoben und zeigen, welche Mannigfaltigkeit der Verhältnisse stattfinden kann, je nach der — leicht kenntlichen — Wirkung der einzelnen in Frage kommenden Faktoren.

Aber schon in der Beobachtungsreihe a) treten Temperaturzahlen in die Erscheinung, die sich aus den Bodenverhältnissen allein nicht erklären lassen und die mit einem anderen, bisher noch nicht behandelten Faktor in Beziehung stehen, mit der Erwärmung, welche die Pflanzenglieder selber erfahren und durch sie die nächste Nachbarluft.

Die Tatsache, daß die Organe der Pflanze selber, Blätter, Rosetten usw. sich weit über die meteorische Lufttemperatur erwärmen können, ist schon seit langen Jahren bekannt, von Askenasy's erster Beobachtung (Bot. Ztg. 1875) bis auf Stahl und die Diskussionen seines eigenen reichen Materials und der bisher erschienenen mannigfaltigen Literatur (Stahl, Zur Biologie des Chlorophylls 1909, S. 65 ff.) und Pfeffer, Phys. II, S. 847 ff.

Die staunenswerten Temperaturen, welche hier an den Pflanzengliedern beobachtet wurden, sind aber bis jetzt mehr als eine Ausnahmeerscheinung angesehen worden, die eventuell pathologische Folgen haben kann.

Nach meinen ausgedehnten Erfahrungen unter den verschiedensten äußeren Verhältnissen ist aber die selbständige Erwärmung der Pflanzenglieder eine allgemeine Lebenserscheinung, die insbesondere auch bei der Individualisierung des Standorts der Pflanzen ein bedeutender Faktor ist, worauf ich schon in meiner Abhandlung X S. 12, hingewiesen habe.

Der selbständigen Erwärmung der Pflanzenteile ist es zuzuschreiben, daß die Luft zwischen den Pflanzengliedern, wenn das Thermometer frei zwischen denselben liegt, wie im Gras, im Geblätt und Busch, eine abweichende und besonders eine höhere Temperatur zeigt als der Boden und die äußere Luft.

Zur Illustration der großen Mannigfaltigkeit der Verhältnisse bringe ich im folgenden ansehnliches Material bei und habe öfters bei den einzelnen Beobachtungen die Resultate summiert. Sie jedesmal näher zu analysieren und auf ihre Ursachen zurückzuführen — was gewöhnlich nicht schwer ist — habe ich, als zu weitläufig, unterlassen. Denn unsere Aufgabe ist ja doch, nicht meteorologische Befunde zu erklären, sondern sie als Tatsachen zu erkennen, welche den Standort zu charakterisieren und zu individualisieren imstande sind.

Um ein allgemeines Beispiel den Tabellen vorauszusetzen, führe ich folgende Beobachtung vom Buntsandstein (Bad Orb) vom 16. und 18. Aug. 1908 an:

Datum	Zeit	Luftt. °	t° des Grasbodens	t° der Grasluft	Bemerkungen
16. Aug.	10	16,8	18,0	24,2	Voller Sonnentag
	12	18,5	19,0	26,1	
	4 ³⁰	18,2	19,0	27,0	
18. „	3	17,2	17,2	18,2	Trüber Tag, um 3 Uhr erschien etwas Sonne
	3 ³⁰	19,8	18,0	23,0	

Man sieht:

1. Daß an einem Sonnentag der Grasboden sich höher erwärmen kann als die Luft, daß sich aber die Temperatur zwischen den Blättern über die des Bodens wie die allgemeine Lufttemperatur weit erhebt;

2. an einem bedeckten Tag Boden- und Lufttemperatur gleich, die Grasluft etwas höher sein kann; kurzer Sonnenschein genügt aber ($\frac{1}{2}$ Stunde), um die Graslufttemperatur ansehnlich und selbst die des Bodens etwas zu erhöhen;

3. für die Erscheinungen, die wir bei der Luft zwischen den Blättern beobachten, wüßte ich keinen andern Faktor als den oben betonten zu finden. Im übrigen aber wäre für unsere Sache die Erklärung der Tatsache gleichgültig.

a) Beobachtungen der Lufttemperatur, Temperatur des nackten und grasbedeckten Bodens und der Luft zwischen den Blättern. 1908. Bad Orb, 19. Aug. bis 8. Sept.

Datum	Zeit	Luftt. °	Grasboden	Luftt. ° darüber im Grasboden	Bemerkungen
19. Aug.	8 ⁴⁰	10,0	14,2	15,2	Nach zweitägigem Regen, absoluter Sonnentag; Boden feucht
	9 ⁰⁵	12,0	15,0	16,3	
	10	17,0	16,0	21,2	
	11	20,0	16,2	23,8	
	12	21,1	18,2	23,1	Nackter Boden 26,0
	3	21,7	18,0	23,2	
	4	21,8	19,0	22,5	
	6	19,0	18,0	17,7	

1. Bedeckter Boden niedriger, nackter stets höher als die Lufttemperatur;

2. die Lufttemperatur im Grasboden bis zum Abend höher als die gewöhnliche Luft, und höher als die Temperatur des darüberliegenden Bodens, kann also nicht von ihnen herühren;
3. nackter Boden am höchsten.

	Zeit	Luftt. °	Gras- boden	Gras- luft	Nackt. Boden.	
20. Aug. *)	8	13,2	16,0	17,2	16,2	Früh Nebel, 7 Uhr bricht Sonne durch, vormittags klarster Himmel, von 1 Uhr ab gelegentlich Wolken
	10	21,2	17,0	21,5	23,0	
	11	22,5	18,2	22,5	25,5	
	12	23,5	18,5	22,5	26,5	
	1	24,0	19,1	23,0	27,0	
	2 ³⁰	23,0	19,1	22,5	25,5	
	3 ³⁰	24,0	21,0	24,2	31,0	
	4 ³⁰	24,0	21,0	23,7	25,4	
	6	21,5	19,0	20,2	22,6	
	6 ³⁰	20,2	—	18,5	—	Noch etwas Sonne

1. Grasboden und nackter Boden wie am 19. Aug;
2. Graslüfte nur um 8 Uhr höher, dann gleich und niedriger als die Lufttemperatur, aber höher als die Temperatur des Grasbodens, also nicht von ihm erwärmt;
3. nackter Boden, immer höher als alle anderen Punkte.

21. Aug.	6 ⁴⁵	16,0	16,0	16,1	15,0	Wechselnde Sonne
	8	20,0	17,0	20,0	18,5	
	11	25,0	19,5	24,5	—	Sonne

1. Luft im Gras gleich der allgemeinen Lufttemperatur;
2. Boden unter Lufttemperatur.

22. "	8 ³⁰	18,3	17,5	18,0	18,2	Nachts Regen, 6 Uhr 16,5°, trüb, Regen, selten Sonne
	12	21,0	19,0	21,0	22,5	

Wie am 21. Aug.

23. Aug.	9	15,2	11,5	15,2	15,2	Trüber Regentag, ohne Sonne.
	2	15,3	17,2	15,3	18,2	
	4	15,0	17,2	15,2	18,0	

Trotz mangelnder Sonne der Boden (nackt und bedeckt) am späteren Tag höher als die Lufttemperatur. Grasluft- und allgemeine Lufttemperatur gleich.

*) Vgl. Kurventafel VII.

Datum	Zeit	Luftt. °	Gras- boden	Gras- luft	Nackter Boden	Bemerkungen
24. Aug.	8	12,0	14,0	12,2	14,0	Vollkommener Regen- tag, ohne jeglichen Sonnenblick
	11	13,2	16,0	13,2	16,5	
	4	13,8	16,0	14,5	16,5	
	7	16,0	15,3	15,0	15,2	

Gleiches Resultat; Böden bis zum Abend höher; geschlossene und allgemeine Lufttemperatur kaum verschieden.

					Offener Boden	
25. Aug.	7	16,0	15,0	15,2	15,0	Früh 6 Uhr 15°, trüb und Wolken, vormit- tags trüb, seit 1 Uhr wiederholt Sonne
	8 ³⁰	16,2	16,5	16,8	18,1	
	11	18,0	18,0	18,0	19,5	
	3	20,1	18,0	19,0	20,1	Von 3 Uhr ab zumeist Sonne
	4	21,0	18,5	19,1	22,0	
	7	18,0	17,3	17,5	18,0	Von 6 Uhr ab trüb

An diesem Tage, der vormittags bedeckt, nachmittags sonnig ist, hat:

1. der Grasboden vormittags dieselbe, nachmittags etwas nied-
rigere Temperatur als die Luft;
2. ähnlich die Grasluft;
3. offener nackter Boden übersteigt alsbald am Morgen die
Lufttemperatur und fällt abends wieder auf diese.

					Nackter Boden	
26. Aug.	8	15,0	16,1	15,2	16,0	Morgens 6 Uhr 15°, trüb und Regen, den Tag über verschleierte Sonne immer wieder- kehrend
	10	16,8	17,2	17,2	18,4	
	12 ³⁰	17,3	18,0	18,0	19,9	
	3	18,0	18,0	18,0	19,0	
	5	18,0	17,3	17,8	19,0	
	7	15,8	16,8	14,0	16,3	

Böden und Grasluft gewöhnlich um ein geringes, der offene Boden deutlich höher als die Lufttemperatur.

					Offener Boden	
27. Aug.	6	14,0	15,8	13,8	14,0	Seit 6 $\frac{1}{2}$ Uhr Sonne
	7	16,4	16,0	16,5	15,8	
	8	16,5	16,5	17,2	16,5	Sonne verschleiert desgl.
	9	17,2	17,0	17,1	17,3	
	1	20,7	18,2	21,5	22,5	Meist Sonne Regen „
	3	18,5	18,2	18,5	20,5	
	6	17,0	18,0	—	17,5	

1. Um 6 Uhr früh hat der bedeckte Boden höhere Temperatur als der nackte und die Luft, kühlt sich also langsamer ab;
2. tagsüber jedoch wird der nackte Boden höher temperiert.

Datum	Zeit	Luftt. °	Grasboden	Grasluft	Offener Boden	Bemerkungen
28. Aug.	9 ⁴⁵	17,4	17,8	19,0	19,0	Nachts Regen, ganzen Tag ohne Sonne
	11 ⁴⁵	18,0	18,8	18,2	20,0	
	1	19,1	19,2	20,0	21,8	
	6 ³⁰	16,0	17,2	—	—	
29. Aug.	6	14,0	15,5	—	14,0	Nachts Regen, Tag ohne Sonne Auch Regen
	10	17,0	17,0	17,5	18,0	
	1	17,2	18,0	17,4	19,5	

Der bedeckte Boden ist, auch am 28. Aug., morgens (also wohl nachts über) wärmer als die Luft.

					Nackter Boden	
30. Aug.	6	13,0	15,2	—	13,8	Völlig trüber Tag
	7	13,2	15,5	13,5	14,1	
	8	13,7	16,2	13,8	15,3	
	10	15,5	16,8	16,2	17,5	
	11	15,8	17,5	16,5	18,5	
	1	16,5	17,5	17,5	19,8	
	2	17,0	18,0	18,0	19,5	
	4	17,0	18,0	17,2	19,0	
	5 ⁴⁵	16,2	17,2	16,2	18,0	
	7	14,0	17,0	13,5	15,5	
	10	11,0	14,0	—	—	

Grasluft ganz wenig höher als allgemeine Lufttemperatur, bedeckter und nackter Boden morgens, also wohl auch nachts höher; ebenso tagsüber.

31. Aug.	6	12,0	14,2	12,0	12,0
	7	13,0	14,2	11,6	11,8
	8 ³⁰	13,6	15,0	14,2	15,6
	10	13,5	15,5	18,0	16,0
	11 ¹⁵	16,2	17,0	17,8	18,5
	1	13,8	15,5	—	17,5
	3	16,0	16,8	16,5	18,0
	4	17,3	17,5	17,2	19,8
	7	11,5	15,4	10,8	14,0

1. Morgens und abends Grasboden kälter, über Mittag wärmer als Grasluft;
2. Grasluft ansehnlich höher als Grasboden und allgemeine Temperatur.

Datum	Zeit	Luft. °	Gras- boden	Gras- luft	Nackter Boden	Bemerkungen
2. Sept.	12 ³⁰	16,1	14,4	18,2	20,0	7 Uhr 11,5°, feiner Regen tagsüber
3. "	11	12,2	15,0	—	15,0	Morgens regnerisch
	1	16,0	16,0	16,2	18,0	
	4	16,5	16,0	17,0	18,5	Etwas Sonne
5. "	7	10,0	14,0	—	11,0	Sonne
	8	12,0	15,0	—	15,0	"
	11	15,0	16,0	17,0	21,0	"
	12	15,3	16,0	17,0	19,0	"
	2	14,2	15,0	—	16,8	Bedeckt
	4	15,6	16,2	—	17,0	Sonne

4. Sept. Regentag; 5. Sept. naß.

6. Sept.	7	9,0	13,0	9,5	10,0	Wechselnde Sonne den ganzen Tag
	8	11,5	14,0	11,5	13,0	
	10 ³⁰	13,8	14,5	15,0	15,5	
	6	15,8	15,8	—	15,0	

Boden tagsüber wärmer als Luft; abends gleich.

7. Sept.	7 ³⁰	5,5	7,5	5,0	—	Morgens Nebel, den ganzen Tag Sonne
	2	20,5	18,0	22,0	24,0	
	7	15,5	16,2	13,2	15,0	
8. "	7	9,0	13,0	9,1	10,0	Den ganzen Tag Sonne
	9 ³⁰	17,2	15,0	20,5	21,0	
	12	24,0	18,0	24,0	25,0	
	2	24,5	18,5	24,2	24,0	
	7	19,0	18,0	18,0	18,0	

Boden den ganzen Tag wärmer als Luft. Grasluft um 9³⁰ wärmer als Luft.

b) Einzelbeobachtungen im Freien.

1. Gambach, auf Röt.

1. 6. April 1907. An einer Sandsteinmauer der Weinberge, Südexposition, Sonne. 2⁴⁵ Luft. 17,5°, in einem dicken jungen

Pelz von *Cerastium arvense* 22,5, oberflächlich an den Wurzeln 21°, an einer zweiten Stelle zwischen den Trieben 21,5, außen an den Wurzeln 20°. — Differenzen 5 und 4°.

2. 8. April 1902. Am Leitewaldrand. 2³⁰ Luft. 12°, nackter Rötboden 22°, bedeckter Rötboden 15°, Luft in einer *Achillea* 18°, Differenz 6°.

2. Retzbach, auf Wellenkalk.

Sisymbrium austriacum.

Unter der Benediktushöhe; große Büsche an den Weinbergsmauern, Südexposition, zu Anfang der Beobachtung große Blattrosetten, am 10. April die ersten Blüten. In der Sonne, nur am 18. April im Schatten.

Datum	Zeit	Luftt. °	t° in der Rosette	Luftt. ° an der Mauer	Bemerkungen
26. März 06	2 ³⁰	7,3	14 (+ 6,7)	13,8	
28. März	2 ³⁰	7,5	10 (+ 2,5)	10	Im Boden der Pflanze 16°
2. April	3 ⁴⁵	13,0	19,5 (+ 6,5)	—	desgl. 19,0
10. April	2 ¹⁵	22,5	25,0 (+ 2,5)	17	desgl. 24,2
12. April	8 ⁴⁵	10,3	12,8 (+ 2,5)	—	desgl. 14

Größte Differenz zwischen der Lufttemperatur und der in der Blattrosette fand am 26. März statt und beträgt 6,7°, ähnliche Differenz am 2. April.

3. Auf dem Krainberg.

21. April 1908. Tagsüber meist Sonne, Geröllboden mit *Helianth. canum*, *Teucrium montanum*, *Sesleria* usw.

2³⁰ Luft. 8,8, Geröllboden 21,9, Luft darüber 12,5, im *Sesleria*-busch 15°. Differenz 6,2°.

Am 1. März 1902 habe ich dort 12 Uhr bei verschleierter Sonne in einem *Sesleria*busch 3° gefunden, Luft. 2,3°, Bodentemperatur 2,0°.

Am 21. April 1901. Mittags, ebenda. Luft. ° 18,0. In den Blättern der *Sesleria* 23° (Differenz 5°), zwischen den Rhizomscheiden 17°.

Ebenda 27. April. Bedeckter Tag. Südexposition. 3⁴⁰ Luft. 9°, Bodentemperatur 9,5°. In einem großen Busch von *Fest. ovina* 11°; (Differenz 2°); in einer blühenden *Potentilla verna* 10,2°. Differenz 1,2°.

12. Juni 1908. Krainberghöhe. Sonne. 1^{35} Luftt. $22,4^{\circ}$. In einer *Stipa pennata* 32° . Differenz $9,6^{\circ}$. 2^{00} hoher Kalbenstein Luftt. 22° . In *Hel. polifolium* $32,4^{\circ}$ (Boden $33,2^{\circ}$). Differenz $10,4^{\circ}$.

29. Juni 1902. Am Steigbild. 2^{45} Luftt. $30,5^{\circ}$. In einem Thymusbusch $36,8^{\circ}$. Differenz $6,3^{\circ}$.

c) In Lugano, auf Kalk.

1. San Martino, 31. März 1909. Sonne.

10^{00} Luftt. $8,2^{\circ}$. In einer *Stellaria media* 14° , Differenz $5,8^{\circ}$

2. 5. April. Sonne.

10^{80} Luftt. $9,2^{\circ}$. In einem Globulariabusch im Felsspalt oberflächlich $16,5^{\circ}$. Differenz $7,3^{\circ}$. In einer *Sesleria* $21,5^{\circ}$. Differenz $12,3^{\circ}$.

3. 9. April. Sonne.

9^{45} Luftt. 11° . In blühender *Sesleria* im besonnten Felsspalt 22° . Im schattigen Spalt selbst $16,4^{\circ}$.

4. Eod. in Melide. Sonne.

3^{40} Luftt. $19,1^{\circ}$. Zwischen *Sedum album* $25,8^{\circ}$. Auf einer Mauer. Differenz $6,7^{\circ}$.

5. Dasselbst am 14. April.

3^{00} Luftt. $21,2^{\circ}$. Dieselbe Stelle $29,3^{\circ}$. Differenz $8,1^{\circ}$.

6. 27. März. In Morcotte.

3^{00} Luftt. 15° . Zwischen *Sedum dasyphyllum* auf einem sonnebeschienenen Kalkfelsen 27° . Differenz 12° .

d) Beobachtungen im botanischen Garten.

Es wurde die Temperatur der Luft (mit dem Schleudermeter) und die Temperatur zwischen den Blättern buschiger Pflanzen, in der Sonne gemessen. Im Frühling waren es *Verbascum thapsiforme*, *Asarum*, blühender *Helleborus foetidus*, später stärkere Blattbüsche von *Adonis*, *Chelidonium*, *Rheum*. Das Thermometer natürlich frei im Innenraum der Pflanze zwischen den Gliedern und während der Beobachtung beschattet.

1. 5. März 1910.

3^{00} Luftt. $11,4^{\circ}$. Luft zwischen *Verbascum*-
blättern

$13,0$, Diff. $1,6$

In der Blüte von *Helle-*
borus

$15,2$, „ $3,8$

2. 6. März.

9 ¹⁵ Luftt. 1 ⁰ .	In Verbascum	2,2, Diff. 1,2
	Zwischen Asarum	1,2
11 ¹⁰ „ 6 ⁰ .	In Verbascum	7,3 „ 1,3
	In Helleborus	8,5 „ 2,5

3. 7. März.

11 ³⁰ Luftt. 7 ⁰ .	In Verbascum	11,6 „ 4,0
--	--------------	------------

4. 8. März.

11 ⁴⁵ Luftt. 7,2 ⁰ .	Zwischen Verbascum	12 „ 4,8
1 ³⁰ „ 12 ⁰ .	Desgl.	14 „ 2,0

5. 10. März.

11 ³⁰ Luftt. 11 ⁰ .	Desgl.	15,5 „ 4,5
5 ⁰⁰ „ 16 ⁰ .	Desgl.	14,2!
		(im Boden 11,5)

6. 16. März.

2 ³⁰ Luftt. 10 ⁰ .	Zwischen Hepatica	11,5
	Zwischen Erica carnea	11,0

7. 17. April (1909).

2 ⁰⁰ Luftt. 20 ⁰ .	Zwischen Adonis vernalis	21,5
--	--------------------------	------

8. 16. Mai.

11 ³⁰ Luftt. 21,2 ⁰ .	In Chelidonium	22,5
	Zwischen Rheumblättern	
	50 cm über dem Boden	23,4

9. 20. Mai.

10 ⁰⁰ Luftt. 19 ⁰ .	In einem großen Busch	
	Dictamnus	21 „ 2,0

10. 11. Juni (1908).

9 ⁰⁰ Luftt. 24 ⁰ .	In Mentha piperita	24 „ —
--	--------------------	--------

11. 24. Juni.

10 ⁴⁰ Luftt. 22,7 ⁰ .	In Phlomis tuberosa	24,9 „ 2,2
---	---------------------	------------

12. 22. Juli.

3 ⁰⁰ Luftt. 21 ⁰ .	In reifender Gerste	27 „ 6,0
--	---------------------	----------

13. 26. Juli.

11 ⁰⁰ Luftt. 24 ⁰ .	Zwischen Convallaria	27,2 „ 3,2
	In Sorghum	26,5 „ 2,5

e) Ein Fall von Knospenerwärmung.

Über die Erwärmung und einseitige Erwärmung größerer Knospen habe ich an einer baumartigen Magnolia im Garten des Parkhotels zu Lugano im April 1909 einige Versuche angestellt, die präzise Resultate ergaben.

Die in Frage kommenden Knospen des (blattlosen) Baumes waren z. B. 8 cm lang und 2,5 cm dick. An dieselben wurden mit Gummibändchen in $\frac{1}{10}$ geteilte Thermometer fest angelegt, so daß das zylindrische 2—3 cm lange Quecksilbergeläß der Länge nach angedrückt war. Die eventuell in der Sonne befindlichen Knospen wurden während der Beobachtungszeit von ferne beschattet.

10. April.

10²⁰ Luftt. 15,2°. Sonnenseite der Knospe 20,6° (Differenz 5,4°/0). Schattenseite der Knospe 18,9°.

Nach 10 Minuten:

Luftt. 15,2°. Sonnenseite 20,5°. Schattenseite 18,8°. Differenz zwischen Luftt. und Sonnenseite 5,3°, Schattenseite 3,6°. Differenz zwischen Sonnen- und Schattenseite 1,7°.

2⁰⁰ Luftt. 20,5°. Beide Seiten besonnt 22,5°. Differenz 2°.

11. April.

8 ³⁰ Luftt.	11,2°	Knospen im Schatten	11,8°
10 ²⁰ „	13,2°	19,1° Sonne	18,4° Schatten.
12 ⁰⁰ „	—	22° „	21° „

12. April.

6⁰⁰ Luftt. 15°. Im Schatten 15,4° 15,2°

13. April.

9 ³⁰ Luftt.	14°	Bedeckter Himmel	14,3°	—
11 ³⁰ Luftt.	16,0°		17,2	17°
1 ²⁰ Luftt.	16,5°	Beiderseits beleuchtet		18°

14. April.

10 ⁰⁰ Luftt.	16°	Sonnenseite	19°
11 ³⁰ Luftt.	16°	20°	19,0° Schatten.

Resultate:

1. Solange der Zweig im Schatten weilt, zeigt die Knospe der Luft gegenüber auf keiner Seite eine Temperaturdifferenz;

2. besonnt, erwärmt sie sich alsbald über die Lufttemperatur, allseitig besonnt, gleichmäßig;

3. Bei einseitiger Besonnung konnte die Differenz $1-1,5^{\circ}$ zugunsten der Sonnenseite betragen.

Durch die einseitige Erwärmung größerer Knospen erklärt sich offenbar ganz natürlich eine Erscheinung, die man öfter im Frühling beobachten kann und die seiner Zeit einmal eine höchst seltsame andere Erklärung erfahren hat, der bisher meines Wissens nicht widersprochen worden ist: ich meine das einseitige Aufblühen der Weidenkätzchen (an den beweglichen Kätzchen findet es weniger statt). Frank hat bekanntlich in Cohns „Beiträgen“ (1, 1875, 51—70) eine lange Mitteilung über diesen Gegenstand gemacht unter dem Titel: „Über die einseitige Beschleunigung des Aufblühens einiger kätzchenartigen Infloreszenzen durch die Einwirkung des Lichtes“. Er spricht die Erscheinung als eine Lichtwirkung besonderer Art an, ohne aber eine Erklärung zu versuchen oder zu begründen. Der Möglichkeit, daß sie eine Wirkung des allbekannten Faktors der Wärme, als Wachstumsbeschleuniger sei, tut er keine Erwähnung.

Anhang.

1. Quellentemperatur.

Die Quellentemperatur gehört meines Erachtens zur Charakteristik eines Bodens, und so teile ich, was ich in fliegenden Expeditionen im Laufe der Jahre darüber erfahren konnte, mit.

Auf meinem engsten Gebiete fließen drei Quellen. Die im Gambacher Tälchen gegen das Dorf hin konnte ich nur selten besuchen. Zwei andere kommen gegen den Main an der Landstraße zutage, die eine am Fuße des Roten Berges, die andere am Fuße des Kalbensteins, unter dem Felssturz. Alle gehören demselben Horizont, dem Röt, an; sie sind alle drei ansehnlich kalkhaltig.

Die Quelle am Fuße des Roten Berges fließt viel stärker als die unter dem Felssturz, und ihre Temperatur schwankt, soweit ich ermittelt habe, zwischen

8,7 (5. März 1905) und

11,8 (19. Aug. 1905),

also nur um $3,1^{\circ}$.

Aus meinen Zahlen erhalte ich als Jahresmittel 10,045.

Die Quelle unter dem Kalbenstein zeigte

als Minimum 6,8 am 23. Dez. 1906

als Maximum 15,8 am 30. März 1905

schwankte also um 9°.

Ihre mittlere Jahrestemperatur aus meinen Zahlen ist 10,145.

Man sieht, daß die mittlere Jahrestemperatur der Quellen, soweit ich sie hier ermitteln konnte, fast genau dieselbe ist, die Schwankungen während des Jahres aber sehr verschieden sind. Das letztere scheint mir daraus verständlich, daß die unter dem Felssturz des Kalbensteins hervortretende Quelle, sehr langsam und ganz unsichtbar aus dem Gang hervorkommend, in einem ganz kleinen schattigen Tümpel sich sammelt, in diesem gemessen wurde, danach von der allgemeinen Lufttemperatur beeinflußt wird. Die Quelle am Roten Berg dagegen intermittiert nicht und fließt das ganze Jahr, steingefäßt, wie ein feines Brunnlein.

Aus diesem verschiedenen Verhalten der Meßstellen versteht sich ohne weiteres die Verschiedenheit der Schwankung. Ob es Bedeutung hat, daß die Quelle unter dem Kalbenstein unter dem nackten Plateau, die des Roten Berges unter bewaldetem Gipfel hervorkommt, weiß ich nicht zu sagen.

(Siehe Tabellen S. 157—160.)

2. Ein Blütenkalender vom Wellenkalk aus den Jahren 1901—1907.

Der Blütenkalender ist ein Nebenprodukt meiner Studien; aber nicht weniger ernst genommen: Auf den D-Zug-Fahrten zum Beobachtungsfeld flogen kinematographisch farbige Übersichtsbilder an mir vorbei und bei der mit Instrumenten bewaffneten Peripatetik an Ort und Stelle fielen mir die Einzelheiten des Tages umsonst anheim.

(Siehe Tabellen S. 161—165.)

1. Quelle am Roten Berg, an der Landstraße
(946 Schritte vom Bahnhof Gambach).

Beobachtungszeit		Luftt. °	Quellt. °	Bemerkungen
Tag	Stunde			
1904 19. Nov.	11 ⁴⁵	6,0	10,0	Quelle im Gambacher Tal 12 ³⁰ = 9,2
27. Nov.	11 ⁵	0	9,5	Quelle im Gambacher Tal 11 ⁴⁵ = 9,0
1905 4. Febr.	11 ¹⁵	4,5	8,8	
5. März	2 ³⁰	2,8	8,7	
7. März	2 ⁴⁵	6,1	8,8	
7. Juli	11 ¹⁰	20,3	11,5	
14. Juli	12 ³⁰	21,6	11,8	
26. Juli	11 ⁵	25,5	11,5	
30. Juli	11 ³⁰	25,6	11,6	
1. Aug.	12 ¹⁵	28,5	11,6	
19. Aug.	12 ¹⁰	21,8	11,8	
14. Okt.	10 ³⁰	7,2	10,2	
19. Okt.	11 ³⁰	8,0	10,1	
28. Okt.	11 ²⁵	5,6	10,0	
18. Nov.	11	— 2,3	9,7	
26. Nov.	11 ⁴⁵	3,0	9,5	
9. Dez.	10 ⁴⁵	9,0	9,8	
1906 8. Jan.	2 ⁴⁵	6,5	9,2	
27. Jan.	2 ⁴⁵	5,0	9,2	
28. Jan.	2 ⁴⁵	5,0	9,2	
9. Febr.	2 ⁵⁰	2,0	9,0	
11. Febr.	2 ⁵⁰	2,5	9,0	
17. Febr.	2 ⁴⁵	— 0,2	8,8	
13. April	9	12,0	9,7	
28. April	9	8,8	10,0	
11. Mai	9 ³⁰	14,5	10,0	
25. Mai	12 ¹⁵	17,0	10,2	
5. Juli	2 ⁵⁰	25,3	11,5	
20. Juli	10 ⁴⁵	15,5	11,0	
29. Juli	9	19,0	11,1	
16. Aug.	11 ⁵	19,2	11,2	
2. Dez.	10 ⁴⁵	4,5	10,0	
23. Dez.	12 ¹⁵	— 3,2	9,5	
1907 11. Jan.	2 ⁴⁵	4,0	9,5	
26. Jan.	12 ²⁰	— 0,5	9,0	
4. Febr.	2 ⁴⁵	— 1,0	9,2	
11. Febr.	2 ⁴⁵	— 1,0	9,2	
6. April]	2 ⁴⁵	17,5	10,3	
30. Juni	12 ³⁰	22,0	11,0	
10. Okt.	10 ⁵⁰	17,0	10,7	
11. Okt.	9	7,3	10,6	
19. Okt.	11 ²⁵	11,0	10,7	
1. Dez.	11 ⁴⁵	2,0	10,0	
1910 24. Sept.	12 ⁵	14,5	10,5	
26. Sept.	15 ⁵	17,5	10,7	
1911 3. Jan.	1 ¹⁰	0	9,3	

2. Quelle am Fuße des Kalbensteins (unter dem Felssturz)

2704 Schritte vom Bahnhof.

Beobachtungszeit			Luft- tempe- ratur 0	Quellen- temperatur 0	Witterungsnotizen usw.
Tag	Stunde				
1903	14. Febr.	1	3,2	9,2	Trüb, rauher Wind. Im Wassergraben, 2 m entfernt 9°. Bodentemperatur sonst 3,2.
	14. März	10 ⁴⁵	6,5	8,0	Nachts 3,5° min. Tags sonnig.
	17. Sept.	10 ⁴⁵	14	12,5	Boden neben der Quelle ebensolche Temperatur. Trüb, gestern Regen.
	4. Okt.	10 ³⁰	18	14,5	
	31. Okt.	—	—	11	
	9. Nov.	10 ³⁰	8	10	Morgenluft 7°. Sonne.
	15. Nov.	—	10	10	
	21. Nov.	10 ⁴⁵	4	9	Trüb, Regen, wie Tags vorher.
	4. Dez.	10 ⁴⁵	6	8,2	
	18. Dez.	11	1	9,5	In 3 m Entfernung im Grabenschlamm 9,5°. In 10 m Entfernung im nassen Boden 2°.
	23. Dez.	11	2,5	9,0	Leichter Frost, klar.
1904	2. Jan.	10 ³⁰	—,6	8,0	Im Graben in 2 m Entfernung 7°. Klar und kalt, wie seit 8 Tagen.
	12. Febr.	4 ³⁰	6,5	9,0	
	15. Febr.	10 ³⁰	4,5	9,0	Trüb, wie gestern.
	22. März	4 ⁴⁵	7,5	8,8	Regentag, Wind.
	24. März	10 ⁴⁵	7,0	8,8	Sonne.
	25. März	10 ⁴⁵	8	8,8	Sonne.
	26. März	1 ³⁰	16	9,0	Sonne verschleiert.
	30. März	4 ⁵⁰	5	8,2	
	10. April	10 ³⁵	8,5	8,2	Sonne, Wind.
	16. April	3	25,8	9,5	Seit mehreren Tagen außergewöhnlich warm.
	28. April	10 ³⁰	13,5	8,8	Seit 2 Tagen Nachtfrost.
	13. Mai	3 ³⁰	19,5	10,5	
	21. Mai	10 ³⁰	11,8	9,6	Sonne.
	30. Mai	3	19,5	10,2	
	17. Juni	10 ³⁰	25	12,0	Weinblüte.
	24. Juni	10 ⁴⁵	21,4	11,5	
	8. Juli	10 ⁴⁵	28,5	13	
	24. Juli	10 ³⁰	27,5	14,0	Gambacher Quelle 12 ¹⁵ : 10,5.

2. Quelle am Fuße des Kalbensteins (unter dem Felssturz)

2704 Schritte vom Bahnhof.

(Fortsetzung.)

Beobachtungszeit		Luft-temperatur °	Quellentemperatur °	Witterungsnotizen usw.
Tag	Stunde			
30. Juli	10 ⁸⁵	24,6	13,5	
15. Aug.	6	—	13,5	
1. Sept.	10 ⁴⁵	19,5	14,3	Am gleichen Tag ging um die Mittagsstunde ein wolkenbruchartiges Wetter über den Kalbenstein, das bedeutende Erdmassen zu Tal riß.
3. Sept.	10 ⁸⁰	19,5	12,5	
9. Sept.	10 ⁸⁰	17,7	13,0	
11. Sept.	10 ⁴⁰	18,5	12,5	
19. Sept.	10 ⁴⁵	11,5	10,0	Früh 5,5° Luftwärme. Sumpfboden 2 m entfernt 9°. Trockener Boden, besonnt 11°.
21. Sept.	10 ³⁰	12,5	10,2	Früh 7,5° Luftwärme. Sumpfboden 2 m entfernt 9,5°. Trockener Boden, besonnt 12°. Am Osthang, sonnenbeschiene 17,2°.
2. Okt.	10 ³⁵	18,5	12,5	
13. Okt.	3 ⁴⁵	13,0	11,2	
15. Okt.	10 ³⁵	5,0	9,5	Nachts starker Reif! Sumpfboden 2 m entfernt 7,5°. Ostabhang Boden 2 cm: 5°—5 cm 4,5°—20 cm 4,5° (bereift). Westabhang Boden 2 cm: 17°—5 cm 13,0°—20 cm 9° (besonnt, ohne Reif).
22. Okt.	10 ⁴⁵	9,8	10,8	Sumpfboden 2 m entfernt 10,8. Trüb, gestern Sonne.
29. Okt.	11	9,8	10,0	Sumpfboden 2 m entfernt 8,8. 5 m entfernt, gewöhnlicher Boden (geschlossen) 8,5.
5. Nov.	10 ¹⁵	7,8	9,5	Sumpfboden 2 m entfernt 8,5.
12. Nov.	10 ⁴⁵	10,5	10,5	Regen und Sturm seit 7. November.
19. Nov.	10 ⁵⁰	5,5	9,5	Reif und Nachtkälte seit mehreren Tagen.
25. Nov.	10 ³⁵	—2,2	7,8	
27. Nov.	10 ³⁵	0,0	8,0	Erster Schnee über Nacht.
8. Dez.	10 ⁴⁰	4,3	9,3	Seit mehreren Tagen mild, Regen, immer trüb.

Beobachtungszeit		Luft- tempe- ratur °	Quellen- temperatur °	Witterungsnotizen usw.
Tag	Stunde			
1904	20. Dez.	10 ⁵⁰	— 2,0	8,2
	31. Dez.	10 ⁴⁵	— 0,5	7,0
1905	28. Jan.	11	3,8	8,5
	4. Febr.	1 ⁴⁰	4,5	8,0
	5. März	2 ⁴⁵	2,8	7,5
	7. März	4 ¹⁰	6,1	7,8
	21. März	1 ³⁵	13,0	9,5
	27. April	4 ¹	15,7	9,7
	26. Mai	10	18	10,0
	29. Juni	10 ²⁵	23,5	12,5
	7. Juli	10 ⁴⁰	20,3	13,3
	14. Juli	10 ⁵⁰	21,6	13,5
	26. Juli	10 ⁴⁵	25,5	14,5
	30. Juli	11 ⁵⁰	25,6	15,8
	1. Aug.	12	28,5	15,5
	19. Aug.	11 ⁴⁵	23,0	15,8
	14. Okt.	10 ³⁰	7,2	8,5
	19. Okt.	10 ⁴⁰	7,8	9,8
	28. Okt.	10 ⁴⁵	7,0	7,8
	18. Nov.	10 ³⁰	3,0	7,2
	26. Nov.	10 ⁵⁰	1,5	7,0
	9. Dez.	10 ⁴⁰	9,0	8,0
1906	8. Jan.	3 ⁵¹	6,5	7,5
	1. Juli	10 ⁴⁵	17,7	10,5
	20. Juli	11 ²⁵	15,5	11,5
	29. Juli	9 ³⁰	19	11,6
	16. Aug.	10 ³⁵	19,2	12,5
	6. Okt.	10 ³⁰	11,0	11,8
	11. Nov.	10 ⁴⁵	2,0	7,5
	2. Dez.	10 ⁴⁵	4,5	9,5
	23. Dez.	10 ⁰⁵	— 7,5	6,8
1907	26. Jan.	10 ⁴⁰	— 1,0	7,0
	4. Febr.	3 ¹⁵	— 1,0	7,2
	21. März	10 ⁴⁵	4,8	8,5
	14. Juli	10 ⁴⁵	18,2	11,5
	10. Okt.	10 ¹⁵	17,0	12,5
	19. Okt.	11	10,0	10,5
	1. Dez.	10 ⁴⁰	1	2!
1910	24. Sept.	12 ³⁶	15,0	11,2
	26. Sept.	12 ³⁶	17,8	11,2
1911	3. Jan.	1 ⁴⁵	—	9,2
	7. Jan.	1 ⁴⁵	3,1	8,2

In 4 m Entfernung der nasse Boden 20,5 °.
 „ 4 m „ „ trockene „ 28 °.
 „ 2 m „ nasser Boden 16,6 ° } trockner
 „ 4 m „ „ „ 22 ° } Boden
 28,5 °

Boden naß 19,5 ° Boden trocken 25 °
 „ „ 6,5 °
 „ „ 9,0 °
 „ „ 5,5 ° „ „ 6 °
 „ „ 5,3 ° „ „ gefroren
 „ „ 6,2 °

Mehrere Tage große Hitze.

Nachts 9 ° Kälte.
 Unmittelbar vorher sehr kalte Tage.
 Mäßige Kälte.
 Seit Wochen unbeständiges Wetter.
 Kühler und regnerischer Sommer.

Die Quelle fließt nicht!

Blütenkalender 1901—1907.

Pflanze	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
1. Pulsatilla	5. April allgem.	25. März erste Blüten	12. März erste Blüten	27. März	22. März einzeln 27. März überall	20. März einzeln 7. April allgem.	30. März einzeln 5. April allgem.
2. Scilla	11. April reichlich		23. März öfters	28. März reichl.	20. März erste Blüten	21. März einzeln	5. April überall
3. Carex humilis	11. April voll (Antheren)	2. April voll	21. März voll	29. März voll	11. April (1. April stellenw.)	7. April im Wald 13. April voll	5.—7. April voll
4. Thlaspi montanum	11. April einzeln	5. April Hom-burg o/Wern	21. März erste Blüten, 26. April voll	9. April erste Blüt., 18. April voll	11. April einzeln 20. April voll	7. April Beginn 28. April voll	9. April Beginn
5. Sesleria	21. April voll	2. April voll	21. März allgem.	13. April voll	1. April allgem. 11. April voll	12. April allgem.	5. April allgem.
6. Viola hirta	18. April voll	8. April voll	11. April voll	13. April voll	2. bis 11. April voll	7. April Beginn	5. April Beginn 15. April überall
7. Potentilla verna und cinerea	21. April	15. April	13. April 25. April voll	15. April Beginn 23. April voll	14. April Beginn 20. April voll	13. April Beginn 24. April voll	15. April Beginn allgemein
8. Sisymbrium austriacum		5. April erste Blüt., 23. April voll	11. April Beginn	16. April ersten Blüt. 23. April voll	11. April erste Blüt., 20. April voll	9. April Beginn 13. April voll	15. April all-gemeiner Beginn
9. Alyssum montanum	31. März erste Blüten 18. April voll	23. April allgem.	11. April Beginn 26. April voll	14. April überall	14. April überall 6. Mai voll	13. April allgem. Beginn 28. April voll	
10. Prunus spinosa	29. April Beginn 2. Mai Vollblüte	15. April Beginn	Durch Fröste un-regelmäßig	16. April Beginn	15. April Beginn	13. April Beginn	24. April all-gemeiner Beginn
11. Orchis mascula				29. April überall	6.—17. Mai voll 26. Mai verblühend	28. April einzeln 11. Mai allgem. 25. Mai verblühend	19. Mai noch voll 7. Juni fast verblüht

Pflanze	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
12. <i>Polygala amara</i>		24. April Beginn	9. Mai voll	25. April Beginn 29. April reich 21. Mai verblüht	6. Mai voll 26. Mai verblüht.	28. April erste Bl. Noch in Blüte 25. Mai 4. Mai Beginn	19. Mai voll
13. <i>Fragaria col- lina</i>	29. April Beginn 18. Mai überall	4. Mai Beginn	9. Mai reich	8. Mai überall	17. Mai voll		
14. <i>Anemone sil- vestris</i>	18. Mai voll	15. Mai reich	2. Mai Beginn	29. April Beginn	6. Mai Beginn 15. Mai voll	11. Mai allgemein	8. Mai Beginn 19. Mai voll
15. <i>Isatis</i>	4. Mai Beginn 20. Mai voll	4. Mai voll	3. Mai Beginn 9. Mai voll	25. April Beginn 3. Mai voll	6. Mai Beginn 12. Mai voll	4. Mai Beginn 11. Mai voll 25. Mai verblüht.	15. Mai voll 29. Mai verblüht.
16. <i>Viburnum Lantana</i>	20. Mai voll	19. Mai voll	9. Mai Beginn	8. Mai Beginn	6. Mai Beginn 11. Mai voll	4. Mai Beginn 11. Mai allgemein	18. Mai voll
17. <i>Crataegus</i>	20. Mai voll	18. Mai voll 15. Mai Beginn	15. Mai voll	19. Mai voll	12. Mai Beginn 17. Mai voll bis 26. Mai	11. Mai allgemein	15. Mai voll
18. <i>Helianthemum polifolium und canum</i>	20. Mai voll	19. Mai voll	24. Mai voll	13. Mai	6. Mai Beginn 13. Mai allgemein 17. Mai voll 2. Juni in Verblüht.	4. Mai Beginn (polif.) 11.—25. Mai voll	18. Mai fast voll 7. Juni canum verblüht, polif. nicht ganz
19. <i>Hippocrepis</i>	20. Mai voll	4. Mai Beginn	24. Mai voll	5. Mai Beginn 14. Mai voll	6. Mai erste Bl. 13. Mai überall 17. Mai voll	4. Mai erste Bl. 11. Mai reichlich 25. Mai voll	6. Mai Beginn 18. Mai voll
20. <i>Asperula galioides</i>		31. Mai fast voll 10. Mai erste Bl.	26. Mai	19. Mai reichlich	17. Mai Beginn 26. Mai voll	25. Mai voll	18. Mai Beginn 29. Mai voll
21. <i>Sedum acre</i>	25. Mai Beginn	1. Juni Beginn	30. Mai Beginn	24. Mai Beginn 9. Juni voll	26. Mai Beginn 31. Mai voll 18. Juni verblüht	25. Mai Beginn 8. Juni voll 26. Juni noch in Blüte	29. Mai Beginn 7. Juni voll

22. <i>Orchis militaris</i>	28. Mai reich	6. Juni Beginn	24. Mai überall	19. Mai überall	19. Mai reich 26. Mai noch voll	20. Mai erste Bl. 28. Mai reich
23. <i>Rosa pimpinellifolia</i>	4. Juni	4. Juni überall 14. Juni verblüht	30. Mai vollbl.	19. Mai reich	26. Mai überall aufbl., 2. Juni im Verblühen	25. Mai allgemein blühend, 8. Juni im Verblühen
24. <i>Veronica Teucrium</i>	4. Juni	6. Juni Beginn	6. Juni voll	30. Mai voll	2. Juni überall aufbl., 6. Juni voll	7. Juni überall aufgeblüht 14. Juni voll
25. <i>Geranium sanguineum</i>	4. Juni	19. Juni Beginn	26. Mai	14. Mai Beginn 30. Mai voll	17. Mai erste Bl. 26. Mai voll 2. Juni vollbl.	7. Juni überall 14. Juni voll
26. <i>Anthericum Liliago</i>	8. Juni	14. Juni voll	11. Juni	30. Mai voll	9. Juni etwas über der Vollbl.	7. Juni überall 14. Juni vollbl.
27. <i>Helianthemum vulgare</i>	8. Juni	6. Juni einzeln 14. Juni überall	11. Juni reich	24. Mai Beginn	31. Mai einzeln 6. Juni überall	28. Mai einzeln 7. Juni reichlich 14. Juni voll
28. <i>Cornus sanguinea</i>	4. Juni	14. Juni voll	11. Juni voll	3. Juni voll	2. Juni erste Bl. 6. Juni voll	14. Juni voll
29. <i>Clematis recta</i>	5. Juni	21. Juni	26. Mai erste Bl. 18. Juni voll	9. Juni	2. Juni erste Bl.	14. Juni erste Bl. 30. Juni voll 20. Juli grüne Fr.
30. <i>Koeleria</i>	4. Juni vollbl.	6. Juni	6. Juni	9. Juni	9. Juni	14. Juni
31. <i>Pyrethrum corymbosum</i>	15. Juni	19. Juni Beginn	24. Juni	9. Juni Beginn	9. Juni Beginn 18. Juni voll 6. Juli verblühend	14. Juni erste Bl. 30. Juni allgemein 20. Juli noch einzelne Blüten
32. <i>Inula hirta</i>	15. Juni		24. Juni	11. Juni Beginn 19. Juni reich	18. Juni erste Bl. 29. Juni überall	14. Juni einzeln 30. Juni überall
33. <i>Anthemis tinctoria</i>	15. Juni	24. Juni	24. Juni	19. Juni	29. Juni	30. Juni voll 20. Juli n. stellenw.

Pflanze	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
34. <i>Rosa graveolens</i> calc. und rubiginosa apicorum	8. Juni erste Bl.	24. Juni Beginn	24. Juni voll	9. Juni voll	14. Juni Beginn	16. Juni Beginn	14. Juni allgemein
35. <i>Linum tenuifolium</i>	6. Juli	6. Juli	11. Juni erste Bl. 18. Juni überall	19. Juni	18. Juni überall, ebenso noch 6. und 22. Juli	20. Juni erste Bl. 1. Juli reich blühend	14. Juni erste Bl. 30. Juni voll, noch 14. Juli, 25. Juli wenige Blüten
36. <i>Cytisus nigricans</i>	5. Juli	12. Juli	24. Juni	18. Juni	29. Juni reich	1. Juli Beginn 22. Juli voll	30. Juni reich 14. Juli voll
37. <i>Gymnadenia Conopea</i>	5. Juli	12. Juli 10. Juli	29. Juni erste Bl. 24. Juni " "	1. Juli voll	18. Juni zahlreich 29. Juni voll	1. Juli voll	30. Juni allgemeiner Beginn 14. Juli voll 29. Juli halb voll
38. <i>Teucrium montanum</i>	15. Juni Beginn	19. Juli voll	8. Juli voll	19. Juni erste Bl. 29. Juni voll	18. Juni erste Bl. 29. Juni voll, blüht noch 22. Juli	1. Juli reichlich blüht noch 22. Juli	30. Juni einzeln 14. Juli voll, ebenso noch 20. Juli verbl. 25. Juli
39. <i>Anthericum ramosum</i>	5. Juli 26. Juli verbl.	6. Juli	1. Juli voll 18. Juli blüht noch	2. Juli	18. Juni erste Bl. 29. Juni voll, auch 6. Juli	1. Juli allgemein 20. Juli meist verblüht	30. Juni reich 14. Juli abbl.
40. <i>Euphthalmum salicifolium</i>	5. Juli Beginn	6. Juli Beginn	8. Juli Beginn	1. Juli Beginn	29. Juni erste Bl.	1. Juli noch Knospen, 22. Juli voll	30. Juni Knospen 14. Juli voll
41. <i>Sedum mite</i>	19. Juli voll	4. Juli voll	11. Juli voll	8. Juli voll	29. Juni Beginn 6. Juli reich	1. Juli Knospen 20. Juli verblüht	30. Juni Beginn 14. Juli voll
42. <i>Clematis Vitalba</i>	7. Juli	4. Juli	11. Juli	2. Juli	7. Juli überall	20. Juli voll	15. Juli Beginn 20. Juli überall

43. Tanacetum vulgare	5. Juli Beginn 26. Juli voll	8. Juli Beginn	11. Juli Beginn	23. Juli voll	7. Juli Beginn 26. Juli voll	20. Juli	25. Juli
44. Cirsium acaule	7. Juli	19. Juli	23. Juli	1. Juli	6. Juli 24. Juli überall	22. Juli einzeln	25. Juli einzeln
45. Libanotis mon- tana	26. Juli überall	10. Juli	8. Juli einzeln 18. Juli überall	1. Juli erste Bl.	7. Juli voll	20. Juli überall	14. Juli voll
46. Stipa capillata		30. Juli	23. Juli	15. Aug. reife Früchte	20. Juli	20. Juli	25. Juli
47. Asperula cynanchica	16. Juli voll	Vor dem 30. Juli	18. Juli voll		6. Juli Beginn 22. Juli voll	1. Juli Beginn 22. Juli allgemein	20. Juli überall
48. Cervaria	1. Aug. Beginn	30. Juli	4. Aug.	30. Juli Beginn	22. Juli erste Bl. 5. Aug. überall auch noch 18. Aug.	16. Aug. Vollbl. im Wald	20. Juli Dolde wenig entwickelt
49. Amellus	16. Aug. voll	10. Aug.	11. Aug.	15. Aug. voll	5. Aug. erste Bl. 18. Aug. überall	16. Aug. erste Bl.	
50. Linosyris		25. Aug.	9. Aug. Knospen	15. Aug. Knospen 1. Sept. voll	5. Aug. Knospen 18. Aug. erste Bl.	16. Aug. noch blühend	
51. Euphrasia lutea		16. Aug.	11. Aug.				
52. Gentiana ger- manica			6. Sept. Beginn	1. Sept. Beginn			

Bemerkungen zu den Pflanzen 1—52.

1. Die ersten Pulsatillen kommen auf dem Kopf der Leite gegen die Weinberge am Bahnhof Gambach, auf nackten Buntsandstein, der völlig kalkfrei ist, in Südwestexposition vor. Fast ebenso früh in Südexposition am Falkengraben mitten zwischen Beständen von *Festuca glauca* auf echtem Wellenkalk.
2. *Scilla* wächst im Löß des Rosenholzes, wie auf dem Waldboden des Rötés auf dem Rotenberg.
3. *Carex humilis* bildet zur Blütezeit auf dem Krainberg, wie auf dem Kalbenstein die schönsten schwefelgelben Kränze (exquisiter Kranzwuchs). Im Juli fallen diese Kränze im Graugrün des Gesamttones der Umgebung durch eigentümlich gelbgrüne Blätter auf.
4. „Voll“ nenne ich die Blütezeit, wenn auch die Mittelblüten der „Dolde“ aufblühen.
5. Die *Sesleria* der Halden.
6. Nach meinen Erfahrungen ist *Viola hirta* auf dem Wellenkalk lange nicht so üppig wie auf dem eigentlichen Muschelkalk.
7. Nach der großen Potentillen-Monographie von Theod. Wolf, Stuttgart, 1908 S. 619, muß unsere *cinerea* jetzt *arenaria* Borkh. genannt werden. Hier mag der alte bei uns übliche Name beibehalten bleiben.

Die beiden Potentillen wachsen auf dem Wellenkalk durcheinander, über das ganze Plateau, besonders schön solche Mischbestände auf dem hohen Kalbenstein und dem Ilb. Auf dem Röt am Roten Berg habe ich nur *verna* gesehen. Trotz jahrelanger Beobachtung habe ich bis jetzt nicht sicher herausgebracht, ob etwa *verna* oder *cinerea* etwas früher aufblüht.

8. Rechtsmainisch liegen drei reichliche Standorte an der Landstraße nach dem Spessart: am Stein auf der Höhe der Straße, an den Felsen unter der Benediktushöhe bei Retzbach und an den Mauern (auch Felsen) unter dem Roßtalberg bei Karlstadt. Die Pflanze wächst an den drei Orten sowohl an den Weinbergsmauern, als auf den natürlichen Simsén und Felsritzen. Mit großer Regelmäßigkeit folgen sich jedes Jahr die Aufblühzeiten von Süden gegen Norden in Abständen von mehreren Tagen. — Auf den bebuschten Hängen über Mühlbach auf der linken Mainseite blüht die schöne Pflanze noch später.

9. *Alyssum* kommt auf dem Wellenkalkgebiet (auch auf dem mit Löß bedeckten) wie auf dem nackten (aber kalkhaltigen) Röt vor; auf letzterem scheint es sogar etwas früher zu blühen.
10. Gemeint ist der allgemeine Beginn der Blüte an den Hängen, wo das Aufblühen etwas früher als im Tal stattfindet. Die Schleekrüppel auf den Felslehnen blühen immer mehrere Tage früher als die hohen Sträucher.

Schenk gibt (S. XII) die mittlere Blütezeit aus 27 jährigem Durchschnitt auf den 27. April, als früheste den 22. März, als späteste den 4. Mai an.

11. *Orchis mascula* blüht als erste unserer Orchideen sehr reichlich Anfang Mai auf dem oberen Röt, am Rande des Niederwaldes, zur Zeit der ersten Laubentwicklung. Sie fehlt aber auch dem Krainbergwald nicht.

Umgekehrt kommt *Orchis militaris* (N. 22) nur ganz vereinzelt im Leitewald vor, während sie auf dem Krainberg verbreitet ist. Ihre Hauptzeit ist Ende Mai. Ziemlich gleichzeitig mit ihr stellt sich auf dem Krainberg *Cypripedium* ein.

12. Die Form *calcareae* wächst überaus reichlich im Moose des Krainbergwaldes. Auf die Leite geht sie nur da, wo in der Nähe des Wellenkalks der Boden noch kalkhaltig ist, sonst tritt an ihre Stelle *P. vulgaris*, ganz selten *comosa*.

13. *Fragaria collina* ist über den ganzen Wellenkalk verbreitet: Vom Nicolausberg bei Karlstadt der Höhe folgend bis auf den Krainberg, aber auch über den Ilb, Böhlberg und Eichelberg, Gambach umfassend. Auf dem Plateau verzweigt dieselbe, trägt aber gleichwohl reife Früchte. — Auch sie wird auf dem Röt streng durch *vesca* vertreten.

14. Auf dem Wellenkalk steht *Anemone silvestris* stets zwischen den Büschen, oder in großen Heerden im lockeren Kiefernwald, wie im Rosenholz, Krainbergwald, in dem kleinen Holz auf meinen Besitz usw. Auf der Leite steht sie massenhaft über dem Gambacher Tälchen in lockern Kiefern auf reinem absolut kalkfreien Buntsandstein; auch mit *Calluna* zusammen.

15. *Isatis* liebt den Weinbergsschutt, aber auch auf den Felslehnen und in den Ritzen der Schaumkalkmauern kommt sie sehr charakteristisch vor. Zur Blütezeit hüllt sie ihre Standorte in gelbe Wolken; im Winter fällt sie durch ihre saftgrünen Blattrosetten auf.

16. Junge *Lantana*-Büsche sind auffallend kugelig; sie stehen mit Vorliebe an den Hängen und schmücken nicht bloß durch ihre dichten weißen Dolden, sondern auch durch die zuerst rotleuchtenden Früchte.
17. An den Hängen, auf den Halden und in den Gräben wächst der Weißdorn gewöhnlich in prachtvollen Schirmen. Die Form ist der Pflanze eigentümlich, und nicht eine xerophytische Anpassung, wie sie bei der Schlehe oder *Frangula* und *Cornus* vorkommt. Vgl. die photographische Aufnahme in: „Anemom“. Taf. II, 3. — Ich erinnere mich bloß *Oxyacantha* gesehen zu haben.
18. Nach meinen Erfahrungen blüht *canum* einige Tage früher als *polifolium*, wogegen letztere Pflanze auch etwas länger aushält. Vgl. auch N. 27. Soweit ich gesehen, gehen auf den Höhen am Main die beiden Pflanzen miteinander: vom Nikolausberg bei Karlstadt lassen sie sich über den Saupürzel, Rehnitz, Maingestell, Kalbenstein und am Krainberg bis an die Grenze des Röt verfolgen. Aber auch über Ilb, Schadberg, Böhlberg und Eichelberg, auf dem ich an dem gegen die Mainseite vorgestreckten Ende beide konstatiert habe. Auf dem Plateau der Homburg o/Wern habe ich einige Exemplare von *polifolium*, aber kein *canum* gesehen. Der Standort im Maintal selbst, beim jetzigen Zeller Bahnhof, der bis voriges Jahr noch auf einem winzigen Fleck das *polifolium* zeigte, scheint nunmehr gänzlich vernichtet.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß an dieser Stelle gerade etwa vor 100 Jahren unsere Pflanze entdeckt und als eine deutsche Seltenheit erkannt wurde. J. Fr. Lehmann, *Primae lineae florae herbipolensis, Wirceburgi 1809*, sagt S. 37: 449 *Helianthemum apeninum Smithii*, in pascua sterili ad viam, quae ducit ad Veitshöchheim, frequens quidem, sed rarissimus Germaniae incola. Maj.“ Specimina, die ich an dieser Stelle als Student im Anfang der 60er Jahre gesammelt habe, bewahre ich noch.

- 19—21. Das sind vorzugsweise Bewohner der Wellenkalksimse. *Hippocrepis* und *Sedum acre* bilden dort zur Blütezeit leuchtend gelbe Polster und Bänder und stellen dann mit *Asperula* eine Hauptzierde der Felslehnen und Mauern dar. — Natürlich kommen die Pflanzen auch anderwärts, z. B. auf den Plateau vor, *Asperula* im Gebüsch.
22. Vgl. bei Nr. 11.

23—25. *Rosa pimpinellifolia* habe ich am Volkenberg an ein und demselben Stock als echte und als spinosissima gefunden. Durch Ausläuferbildung befähigt Heerden zu bilden, verzweigt sie auf dem Plateau oft zu lauter fingerlangen, gleichwohl blühbaren Exemplaren. Sie ist unsere einzige Mairose, schon in der zweiten Hälfte Juli tritt die schöne tief rotbraune Färbung der zierlichen Belaubung ein.

Mit *Koeleria*, dann mit *Veronica Teucrium*, das sich gern an die Büsche hält, und mit *Geranium sanguineum*, dessen dicke Rhizome sich im groben Gestein wohl fühlen, gibt diese Rose einen überaus reizvollen Schmuck leicht bebuschter Lehnen — unter günstigen Verhältnissen schon Ende Mai,

26. *Liliago* ist bei uns eine echte Felsenlilie. Immer zerstreut, aber zu hunderten steht sie auf den jähren Felslehnen am Kalbenstein und unter dem Krainberg, da, wo sich *Sesleria* und *Festuca glauca* verbreiten. *A. ramosum* (Nr. 39) fängt der Regel nach zu blühen an, wenn *Liliago* gänzlich verblüht ist. Sie ist Bewohnerin des lichten Kiefernwaldes (Krainberg-Böhlberg), der mit Anfang Juli davon wimmelt.

27. *Helianthemum vulgare* blüht nur selten im Mai. Es beginnt, wenn die zwei andern, besonders *canum* verblüht sind. Mit den letzten Blüten von *polifolium* finden sich seine ersten noch zusammen, was der vorhandene Bestand zwischen beiden beweist. Spätlinge findet man von allen Arten vielfach bis in die letzten Herbsttage.

28. *Cornus* ist, wie die andern Sträucher, auf Hängen und Halden normal, auf den Felsen mehr weniger verkrüppelt, bis zu Handhöhe. Vgl. Kraus, *Nanismus* S. 17.

Die Pflanze blüht sehr regelmäßig in der ersten Juniwoche; 6 Wochen später zeigen die Sträuchlein die erste Herbstfärbung der Blätter und bringen damit die erste Schattierung in die bisher grünen Hänge.

Als Daten für die deutlich hervortretende Färbung habe ich notiert:

	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Juli . . .	16.	28.	23.	30.	14.	20.	20.

29. *Clematis* steht im Krainbergwald und auf der Leite, wo sie kalkhaltig ist, am Stadtweg, auf dem Plateau in Senkungen, im Gebüsch.

30. *Koeleria* vgl. Nr. 23—25.

31. Die hochgewachsene Pflanze ist ein wesentlicher Bestandteil der Waldblüte im Juli, doch ist sie auf dem eigentlichen Muschelkalk und Keuper Frankens viel üppiger und ein Schmuck der Waldränder und lichter Waldstellen.
32. *Jnula* kenne ich nur vom Waldrand, auf dem Krainberg, und heterotopisch auf Röt.
33. Auch diese Pflanze kommt in gleicher Üppigkeit auf Wellenkalk und auf Röt vor. Im lockeren Boden der Weinberge (z. B. am Felssturz), aber auch auf der Halde der Sandsteinbrüche am Rotenberg mit absolut kalkfreiem Boden bildet sie große gelbe Wälder.
34. Die hier als *Rosa graveolens calcarea* Christ und *R. rubiginosa apricorum* Rip. bezeichneten sind die typischen, die Charakterpflanzen des Wellenkalkplateaus. Sie blühen zu gleicher Zeit, doch ist die weißblütige *calcarea* öfter um einige Tage voraus, der Regel nach um Johanni herum, um welche Zeit auch die *trachyphylla* blüht. — Die letzten unserer Rosen.
Auf *pimpinellifolia*, die Ende Mai den Reigen beginnt, kommen in einem Zwischenraum von 8 und 14 Tagen die *caninae* mit *tomentella* und *gallica* und in kleiner Zwischenpause die *rubiginosae*.
35. *Linum* ist für die Feststellung der Blütezeit eine unbequeme Pflanze, sie blüht sehr ungleich,
36. *Cytisus nigricans* steht auf unserm Gebiet ausschließlich am Fuße des Krainbergs gegen die Leite (Westseite). Auf den Röt geht sie nicht. Dagegen ist sie auf dem Buntsandstein des Spessarts z. B. bei Gemünden, Wiesthal usw. in großer Menge.
37. *Gymnadenia Conopea* und *Epipactis rubiginosa*. Die beiden Orchideen blühen in Fülle im Krainbergwald und unter ihnen reichlich *Ophrys muscifera*, diese fängt jedoch ein klein wenig früher an und hört auch wesentlich früher auf. *O. aranifera* habe ich nicht am Krainberg gesehen, sie kommt aber bei Thüngersheim vor.
38. *Teucrium montanum* bildet bei uns seine schönen großen Polster bloß auf nacktem Boden. Vgl. die Bilder desselben bei mir in „Anemom“. Taf. II, 4; im geschlossenen Wuchs bleibt es immer kümmerlich.
39. *Anthericum ramosum*, vgl. bei *Liliago* unter Nr. 26.
40. Diese herrliche Composite, die zugleich mit *Gymnadenia*, *Epipactis* und *Anthericum* den Krainbergwald schmückt, hält

länger aus als ihre Genossinnen, denn nach dem Abblühen des Gipfels nehmen die Seitenäste das Blühen auf. Für das Aufblühen von Gipfel- und Seitenblüten fand ich als Termine:

	Gipfel	Seitenachsen
1901 . . .	6. Juli	5. Aug.
1902 . . .	8. Juli	4. Aug.

41. *Sedum mite* (hexangulare). Während acre in der letzten Mai- oder ersten Juniwoche seine Blütezeit durchläuft, blüht mite um einen Monat und noch mehr später. Wenn es auch nicht so häufig ist als jenes, spielt es doch landschaftlich die gleiche Rolle, wie jenes; es ist zierlicher von Gestalt und viel weniger gedungen im Zusammenwuchs.
42. *Vitalba* kommt im Gebiet auf Hängen und in den Gräben, über Mauern und anderes Gehölz hingeworfen vor. Eine der schönsten Pflanzen, welche die Felslehne schmücken, zur Zeit wo *Libanotis* die Halden belebt. *Cervaria* blüht, gleichfalls auf den Halden, erst Anfang August, im Walde noch etwas später.
43. *Tanacetum* ist natürlich keine Wellenkalkpflanze; sie steht ebensogut auf dem Röt und auf Buntsandstein im Spessart, in der bekannten Weise Heerden bildend. Bei uns mit Vorliebe im Weidengebüsch des Mainufers.
44. *Cirsium acaule* auf Felslehne, Halde und Plateau auf letzterem verzweigt.
46. Große, viele Quadratmeter haltende Bestände von *Stipa capillata* kommen am Falkengraben, wo ich dieselbe photographiert habe („Sesleriahalde“, Taf. VIII, Fig. 2), auf dem hohen Kalbenstein, auf meinem Besitz am Krainberg und am Ilb — zerstreute Stöcke weithin z. B. am Maingestell, am Saupürzel, am Ravensberg. usw. — vor. Wenn sie im Juli in die Halme geht, sehen diese Bestände, auch in der Farbe, Getreidefeldern nicht unähnlich, vom Tal aus unterscheidbar.
St. pennata blüht bekanntlich früher, die gefiederten Grannen kommen schon im Mai heraus. Genau konnte ich die Blütezeit die ganzen Jahre hindurch nicht feststellen, da die Halme vorher von Groß und Klein ausgerissen werden, auch auf meinem umzäunten Besitz.
47. *Asperula cynanchica* ist überall verbreitet; besonders dicht fand ich sie auf grasigen Lehnen am Ilb.
48. Vgl. Nr. 42.

- 49—50. Die beiden sind bekanntlich wahre Zierpflanzen des Kalkgebietes. Amellus erscheint gegen Mitte August und der Regel nach etwa 14 Tage später Linosyris; weiterhin blühen sie dann lange miteinander.
51. Euphrasia lutea kenne ich auf rechtsmainischem Wellenkalk vom Roßtalberg und Kalbenstein, linksmainisch auf den bekannten Standorten über dem Burgweg von Mühlbach und der Ruine Laudenbach. Meine Daten stimmen auf alle diese Orte: Mitte August.
52. Auf meinem engsten Gebiet habe ich Gentiana germanica bloß am Fuß des Krainberges, da wo auch Cytisus nigricans steht, gefunden. Dort blüht sie mit Gentiana ciliata und insbesondere mit Euphrasia Rostkoviana zusammen normal zwischen Laubgebüsch. Unter den Kiefern öfters verzweigt.

IV. Hygrometrisches.

Wie die Lufttemperatur des Standorts ganz wesentlich mitbestimmt wird durch den Standortsboden und seiner eigenen Wärme, so ist es auch mit der Luftfeuchtigkeit am Standort.

Und nicht bloß in bezug auf den Boden finden zwischen Feuchtigkeit und Wärme Parallelgänge statt.

1. Die schon von Homén und Anderen gefundene Tatsache, daß bei Tag — also in der eigentlichen Lebenszeit der Pflanze — die Luft in den unteren Schichten feuchter ist als höher hinauf, will ich für mein Terrain durch ein paar Beispiele belegen. Messungen mit Lambrechts „Polymetern“ also „relative Feuchtigkeit“.

a) Über Wiesenboden.

Datum	Zeit	Luftt. °	Hygrometer %	
			Auf dem Grasboden	In 1 m Höhe
18. Aug. 1907	10 ⁰⁰	19,0	96	92
				1,5 m Höhe
	3 ³⁵	21,2	90	85
	3 ⁵⁵	21,0	92	85
21. „	6 ⁰⁰	13,5	100	96
25. „	4 ³⁰	18,0	60	55
	6 ³⁰	13,5	90	85

Datum	Zeit	Luftt. °	Hygrometer %		Bemerkungen
			Auf dem Grasboden	In 1 m Höhe	
27. Aug. 1907	4 ⁰⁰	23,0	62	49	Auf trockenem Boden
	6 ⁴⁵	18,1	90	78	
28. „	8 ⁴⁵	14,0	92	75	
	10 ⁰⁰	18,0	75	68	
29. „	9 ⁰⁰	19,5	87	83	
	3 ⁰⁰	21,6 ob. }			
		22,5 unt. }			
1,70 m H.					
8. Sept.	10 ⁰⁰	21,6	80	73	
	3 ⁴⁵	23,2	73	67	
	7 ⁰⁰	20,5	83	70	
2 m Höhe					
9. „	9 ⁰⁰	19,5	80	75	
	6 ⁰⁰	21,0	62	57	
10. „	11 ⁰⁰	20,8	57	51	
13. „	7 ⁰⁰	14,0	80	79	

b) Über offenem Boden.

Datum	Zeit	Hygrometer %		Luftt. °
		Unteres 10 cm	Oberes 70 cm	
11. Mai 1909	9 ²⁰	53	50	14 ⁰
12. „	7 ⁵⁰	78	73	8,5
	8 ¹⁵	78	73	8,0
	10 ⁴⁵	56	56	14,5
13. „	3 ³⁰	43	40	{ unten 14,2 oben 15,0
14. „	6 ³⁰	68	62	5,2
15. „	7 ⁰⁰	64	59	{ unten 6,8 oben 7,1
	10 ⁰⁰	56	52	{ unten 11,5 oben 12,0
17. „	6 ⁴⁵	83	78	{ unten 14,0 oben 13,5
14. Juni	10 ⁴⁵	60	50	—

2. Es läßt sich nachweisen, daß mit steigender Bodenfeuchtigkeit auch die überstehende Luft höheren Prozentgehalt an Wasserdampf hat; es kommt auch hier der Skelettgehalt des Bodens in Frage.

3. Innerhalb der Pflanze selbst, im dichten Geblätt, ist die relative Feuchtigkeit höher, als außerhalb des Pflanzenkörpers. Ein Beispiel. Messungen an einem im Baumschatten sehr schön entwickelten Exemplar von *Aspidium Filix mas.* Hygrometerprozent zwischen den Blättern (a), auf dem Boden (b) und in 1 m Höhe in der Luft (c).

	Zeit	Luftt. °	a	b	c
21. Juni	8 ³⁰	13,1	95	88	86
24. Jnni	11	15,2	70	60	58
29. Sept.	5	16,0	88	72	71

4. Ein Faktor spezifischer Art, der speziell für die Dauer des Bodeneinflusses auf die Luftfeuchtigkeit von Bedeutung ist, liegt in der Struktur des Skeletts, ob dieses aus porösen oder dichten Partikeln besteht (vgl. oben S. 65).

Das Skelett des echten Wellenkalkbodens besteht aus lauter dichten Kalkstückchen, die vom Wasser nur benetzt, nicht aber durchdrungen werden, infolgedessen natürlich, eventuell sehr bald, abtrocknen. Ganz anders die Skelettmassen des echten Buntsandsteins. Diese sind mehr weniger porös und werden vom Wasser eventuell durchdrungen. Infolge letzteren Umstandes bleiben dieselben und mit ihnen die überstehende Luft lange Zeit feucht.

Die bekannte Tatsache, daß am Roten Berge der Buntsandsteinboden noch lange feucht bleibt, wenn am Krainberg auf dem Wellenkalkboden schon Trockenheit herrscht, ist in diesem Verhalten des Skeletts begründet. Ich habe eine Reihe von Versuchen über diese Frage, die ich später mitteilen zu können hoffe.

Mit diesen Andeutungen über einige hygrometrische Verhältnisse des Standorts will ich mich hier begnügen; sie sollten das Kapitel der Luftfeuchtigkeit nur im allgemeinen unter die Standortsfaktoren fixieren. Im übrigen bedarf gerade dieses Kapitel einer eingehenden besonderen Bearbeitung. Der Anfang dazu findet sich in einer sehr schönen Arbeit von R. H. Yapp: *On Stratification in the Vegetation of a Marsh, and its Relations to Evaporation and Temperature.* — *Annals of bot.*, Vol. XXIII, No. XC, April 1909, p. 275—319. Und dann mag auch entschieden werden, ob die „relative Feuchtigkeit“, die mit dem Haarhygrometer in seinen ver-

schiedenen bequemen Formen gemessen wird, wie Hann will, beibehalten werden kann, oder das „Sättigungsdefizit“ mit Ramann (S. 292) für die Untersuchungen einzuführen ist.

V. Anemometrie.

Die Luftbewegung erscheint auf kleinem Raum im ersten Moment alles andere eher zu sein, als ein Differenziator und Sonderer. Und doch habe ich schon im Jahre 1904 in meiner Arbeit „Anemometrisches vom Krainberg bei Gambach“ gezeigt, daß unser Wellenkalkgebiet durch die Anwendung des Anemometers zahlenmäßig in Distrikte verschiedener Windgeschwindigkeit und damit verschiedener Windwirkung gesondert wird.

Was damit zur Charakteristik unseres Terrains und zur prinzipiellen Würdigung der Windwirkung gewonnen wurde, kommt am schnellsten zur Anschauung, wenn ich die daselbst aufgestellten Hauptwindregeln kurz rekapituliere.

Ich habe aber den damaligen Funden noch eine Anzahl neue hinzuzufügen, die sich hauptsächlich auf die Bedeutung der sog. „Vertikalregel“ der Windwirkung beziehen und zeigen, wie der Wind im Stande ist die von der Bodenstruktur geschaffene Luftfeuchtigkeit und Luftwärme eines Ortes zu erhalten oder zu modifizieren.

Windregeln auf unserm Gebiete.

1. Die Windgeschwindigkeit nimmt vom Tal den Gang hinauf bis zur Höhe regelmäÙig zu. Am Fuß des Berges, im Maintal, ist der Wind am schwächsten, an der Kante des Plateaus am stärksten (Tabelle 1). Z. B. Am Maingestell 11. März, 11⁰⁰, Westwind in 2 m Höhe über dem Boden, Sekundenmeter:

Im Tal	2,6
$\frac{1}{4}$ Höhe des Berges	3,7
Auf halber Höhe	4,2
Am Rande des Plateaus	4,5.

Ebenda 4. Mai. 2⁵⁰.

	Bei 2 m	1 m	11 cm Höhe
Am Fuß	4,0	3,68	2,0
In halber Höhe	6,56	3,8	1,48.

2. Auf dem Plateau ist der Wind am Boden am schwächsten und nimmt mit der Höhe, man kann sagen von Zentimeter zu Zentimeter, an Stärke zu. Meine Messungen sind in geringen Höhen über dem Boden, in welchen Kräuter, Stauden, Sträucher usw. sich befinden; sie gelten bei jeder Windrichtung (Vertikalregel). (Tab. 2.) Z. B. am Krainberg bei Südwestwind 9. April 4⁸⁰ in Höhe von

2 m	3 m	11 cm
6,13	4,36	1,83.

Ebenda am 22. April 5¹⁵ bei Westwind in Höhe von

2 m	1 m	0,5 m	11 cm
5,04	2,84	2,02	2,02

29. April 4⁴⁵ 9,32 8,48 3,22 2,60.

3. Entfernt man sich auf dem Plateau vom Rand gegen Innen, so nimmt die Windstärke regelmäßig ab (Horizontalregel). (Tab. 3.) Z. B. auf dem Kalbenstein am 24. Mai 5 Uhr bei Südwestwind

An der Kante			40 m nach Innen	
In	2 m	Höhe	4,88	1,10
„	1 m	„	2,44	0,80
„	11 cm	„	0,86	0,14

4. Jede noch so geringe Unebenheit des Bodens, Hebung oder Senkung, Gräben, Mulden, Steine, wenn sie auch nur Dezimeter betragen, verändern die Windstärke oft bis zur Windstille. Tabelle 4 z. B.

Auf dem hohen Kalbenstein zeigt ein etwa 1,5—2 m hoher kleiner Hügel am 10. April 10⁰ bei Südwest und auf dem Boden stehenden Anemometer (Flügel in 11 cm Höhe über dem Boden) auf dem Hügel 2,90, am Fuß desselben 0,44.

5. Auch Strauch und Baum, selbst im unbelaubten Zustand im Winter, verursachen unerwartet große Abschwächung des Windes. Nicht bloß hinter, auch in einem Busch wird der Wind mächtig gebrochen. Tabelle 5. Trotzdem das zum Teil allbekannte Erfahrungen sind, der zahlenmäßige Beleg wirkt doch frappierend.

Eine grünende Herde von *Rosa pimpinellifolia*, halbmeterhoch, bei Westwind

	Vor derselben	Hinter derselben
11 ⁸⁰	1,27	0,35
4	2,64	0,30

Über die Wirkungen, welche der Wind speziell für die Konstituierung der Standorte hat, indem er Boden und Luft besondere Eigenschaften verleiht, sie differenziert, habe ich am gleichen Ort S. 20—23 mannigfaltige Beispiele angeführt.

Einen Teil der dortigen Betrachtungen muß ich hier wiederholen:

Nachdem ich zahlenmäßig festgestellt, daß am Rande des Plateaus eine Linie stärkster Windgeschwindigkeit (stärkster Windwirkung) besteht und dort eine Linie stärkster Wirkung auf die Vegetation erwartet werden darf, fahre ich fort:

„1. Zunächst begreift sich jetzt ohne weiteres, daß alle die kräftigsten Änderungen an der Pflanzengestalt, die mechanischen, vorn am Rande des Plateaus ausschließlich oder besonders ausgesprochen vorkommen: Der Schiefstand der Stämme, die Veränderungen an der Krone des Baumes, die Horizontalscherung der Schlehen, die „Windhecke“ und ebenso, daß dort eine Deflation des Bodens stattfindet.“

2. „Durch letzteren Umstand bewirkt der Wind unleugbar die Bildung offener Bestände. Es scheint auch außer Zweifel, daß auf seine Rechnung hier eine gewisse Auslese der Pflanzen erfolgt. Wenn an der Kante zwar *Teucrium montanum*, aber nicht *T. Chamaedrys*, wenn daselbst *Helianthemum canum* und *polifolium*, aber nicht vulgare vorkommt, wenn von der Kante das *Brachypodium*, das nach Innen massenhaft auftritt, völlig verbannt ist — so ist dies gewiß dem Umstand zuzuschreiben, daß hier der Wind nur die xerophytisch bestausgerüsteten Pflanzen aufkommen läßt.“

Abgesehen von zahlreichen anderen Wirkungsweisen, die man dem Wind zuschreiben und mit seiner verschiedenen Stärke in Zusammenhang bringen kann, habe ich schon dort (S. 21) auch auf die Bedeutung der „Vertikalregel“ hingewiesen, auf die Tatsache, „daß der Wind unmittelbar am Boden am schwächsten ist und mit jedem Zentimeter Erhebung an Stärke gewinnt“, und damit auf die Nützlichkeit des Nanismus. „Das Anlehnen der Blätter am Boden, der Plagiotropismus der Zweige, das Niederbleiben der blütentragenden Stengel versetzen die Pflanze mit allen Teilen in die vom Wind am wenigsten belästigte Region, wo sie z. B. in Rücksicht auf Wind am wenigsten Transpirationsverlust haben und, wie ich auch hätte hinzufügen können, die feuchteste Atmosphäre finden.“

Die Tatsache, daß auf dem Boden völlige Windstille herrschen kann, scheint mir von größter Bedeutung für das Zustandekommen des Sonderklimas auf kleinstem Raum; sie ermöglicht, daß über jedem kleinen Bodenstück, die von ihm erzeugten Luftsäulen verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit sich zu erhalten vermögen.

Gewiß ist, daß sie auch öfter durch herrschende Luftbewegungen verwischt bzw. vernichtet werden können; ebenso sicher aber auch, daß hier, wie überall in unseren Fragen, den stets die Unterschiede verwischenden ebenso konstant die stets wieder konstruierenden gegenüberstehen, und daß der Boden unablässig die vom Wind angegriffenen Sondereigenschaften der Luft wieder herstellt.

Ich habe zu verschiedenen Zeiten, auch letzthin noch, manche Beispiele gesammelt, wie die Windstärke auf kleinem Raum über dem Boden, in geringer Höhe, sehr verschieden ist. Ich will hier eine Anzahl Belege aus den Oktobertagen 1910 vom Wellenkalk-Ödboden oberhalb des Bahnhofs Veitshöchheim anführen.

Die betreffende Ödung ist mit der gewöhnlichen Wellenkalk-vegetation, zurzeit mit blühendem *Amellus*, *Linosyris*, *Hieracium umbellatum* usw., sowie mit Rosen-, *Viburnum*- usw. Sträuchern versehen.

1. Oktober. Nachm. 4—5 Uhr. Ruhige Luft.

Auf dem Boden = 0

1 m über dem Boden = 0,58

2 m „ „ „ = 1,0.

In einem *Viburnum*busch war in der Höhe von 1 m Windbewegung = 0.

2. Oktober. 4 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Auf dem Boden in der Höhe von blühenden *Gentiana ciliata*

In 70 cm Höhe, wo *Melilotus albus* blüht 0,53

In 1 m Höhe, Krone von *Pirus* 1,09

In 2 m Höhe, über jeder Vegetation 1,96

4. Oktober. 4—5 Uhr. Südwestwind.

In der Höhe von Blüten der *Gentiana ciliata*, *Geranium sanguineum* und *Dianthus Carthusianorum* 2,13

In 1 m Höhe mit Blüten von *Hieracium*, *Daucus*, *Melilotus* 3,06

In 2 m Höhe, Strauchhöhe von *Rosa rubiginosa*,
Ligustrum, *Viburnum* 4,35

Zwischen 0 und 1 m waren die Blütengipfel von *Centaurea Scabiosa*, *Achillea*, *Campanula glomerata* usw.

Später, als der Wind schwächer geworden, maß ich in 1,30 m Höhe vor einem Espenstrauch 1,06; hinter demselben 0,06.

Ähnlich in 1,70 m Höhe eines Wildbirnbaums vor demselben 1,6, hinter demselben 0,2.

6. Oktober. 4 Uhr. Messungen an *Hieracium umbellatum*.

Auf dem Boden an der Blattrosette fand ich 0,17

In 70 cm Höhe in der Blütendolde 0,63

Und so lassen sich die mannigfaltigsten Erfahrungen über die Variierung der Windstärke am Standort und die voraussichtlichen notwendigen Folgen derselben machen.

Ich will noch ein paar Beispiele aus meinen Erfahrungen anführen:

24. April 1908, nachmittags 4—5 Uhr, bei sehr gelindem Wind stand an einer kleinen Halde unter einer Wellenkalkmauer am Fuße eine blühende *Potentilla verna* bodengleich in einer Windstärke von 0,71, 1 m darüber ein Busch von *Galium glaucum* in 3 dcm Höhe über dem Boden in 1,54. Nach einer Viertelstunde erstere in 0,65, letztere in 1,04.

26. April 1908. In Südwestwind, auf dem Röt des Roten Berges, 2 Uhr.

Eine blühende *Potentilla verna* stand in Windstärke 2,13; die Zweige von *Prunus spinosa* und Rosen in 1 m Höhe in der Windstärke von 5,17.

Wie der Wind imstande ist, die Bodentemperatur zu beeinflussen, zeigt sehr schön das Beispiel vom 28. April 1908, das ich oben S. 118 vorgeführt habe, und mag noch folgendes Beispiel zeigen, das beweist, daß durch seine Tätigkeit auf einem kleinen Terrainabschnitt mit SW.- und NO.-Exposition die Regel einer erhöhten Temperatur auf SW. umgekehrt werden kann.

Auf dem Maingestell, an einem kleinen Graben mit etwa 70 cm hoher Böschung und oben genannter Exposition, fand ich

am 13. Sept. 1902, 10³⁰ bei Lufttemperatur von 12°, im Sonnenschein, in 2 cm Bodentiefe

auf SW.-Seite 13,5

auf NO.-Seite 17,5,

also das Gegenteil der gewöhnlichen Temperaturverteilung. Dagegen am 19. Sept. 11 Uhr bei Windstille und 19° Lufttemperatur und bedecktem Himmel

SW. 16,5

NO. 15,8.

Und, ein seltener Fall, am 7. Nov. 11⁰⁰ bei 9° Lufttemperatur

SW. 8,5

NO. 8,5.

Literatur des Gebietes und einige allgemeine Werke.

- Sandberger, Fridol., Beobachtungen in der Würzburger Trias. Ein Vortrag in der mineralogischen Sektion der deutschen Naturforscherversammlung zu Gießen 1864. — Würzburger naturwiss. Zeitschr. 1864, Bd. V, S. 201—231. (I).
- Sandberger, F., Die Gliederung der Würzburger Trias und ihrer Äquivalente. I. Mit Tafel VIII und IX. — Würzburger naturwissensch. Zeitschr. 1866/67, Bd. VI, S. 131—155. (II).
- Sandberger, F., Einiges über den Löß. Mit einer lithogr. Tafel. — Journal für Landwirtschaft, herausgeg. von Henneberg, Wicke und Mithoff. 2. Folge, Bd. IV (der ganzen Reihe 16. Jahrg.), Göttingen 1869, S. 213—221. (III).
- Sandberger, F., Über Ablagerungen der Glacialzeit und ihre Fauna bei Würzburg. — Verhandlungen 1880, Bd. XIV, S. 125—140. (IV).
- Sandberger, F. von, Die Lagerung der Muschelkalk- und Lettenkohlengruppe in Unterfranken an typischen Profilen erläutert. — Verhandlungen 1891/92, Bd. XXVI, S. 183—206. (V).
- Hilger, A. und Nies, F., Mitteilungen aus dem chemischen Laboratorium von Dr. Hilger, Würzburg 1873. Darin: „Der Röth Unterfrankens und sein Bezug zum Weinbau“ von Hilger und Nies, S. 84—94. (I).
- Hilger, A., Mitteilungen aus dem pharmazeutischen Institute und Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen, München 1889. Darin: „Die chemische Zusammensetzung von Gesteinen der Würzburger Trias“ von Hilger, S. 137—157. (II).
- Hiltermann, Aug., Die Verwitterungsprodukte von Gesteinen der Triasformation Frankens. — Mitteil. aus dem pharm. Institut Erlangen 1889 (1. Heft), S. 158—180.
- Bömer, Max, Über Lößbildungen und deren Bedeutung für die Pflanzenkultur. — Mitteil. aus dem pharm. Institut Erlangen 1889, 1. Heft, S. 67—99.
- Henkel, L., Beobachtungen über das Verhältnis des fränkischen unteren Muschelkalks zum thüringischen. — Zeitschr. d. Deutsch. geologischen Ges. 1892, S. 82—83.
- Wolff, E., Die wichtigeren Gesteine Württembergs, deren Verwitterungsprodukte und die daraus entstandenen Ackererden. Chemisch untersucht. — Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 22. Jahrg., Stuttgart 1866.

- I. Der Hauptmuschelkalk und seine Verwitterungsstufen, S. 70—103.
 - II. Der bunte Sandstein nebst dem Verwitterungsboden der oberen plattenförmigen Absonderungen. Im 23. Jahrg., 1867, S. 78—107.
-

- Ramann, E., Bodenkunde. 2. Aufl., Berlin 1905, J. Springer. 3. Aufl. 1911 soeben (April 1911) erschienen.
- Nowacki, Ant., Praktische Bodenkunde. Anleitung zur Untersuchung, Klassifikation und Sortierung des Bodens. 4. Aufl., Berlin 1901, Parey, 191 S., kl. 8^o.
- Homén, Theod., Bodenphysikalische und meteorologische Beobachtungen mit besonderer Berücksichtigung des Nachtfrostphänomens. Berlin 1894, 225 S., 8^o, mit 2 Karten.
- Homén, Theod., Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. Mit 10 Tafeln. Leipzig 1897, 147 S., 4^o.
- Wahnschaffe, Felix, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung 2. Aufl., Berlin 1903, Parey.
-

Erklärung der Tafeln.

1. Zum Kärtchen.

Das beigegebene Kärtchen ist in etwas verkleinertem Maßstabe ein Stück aus dem Blatt „Karlstadt (West) 1852“ der bayrischen Generalstabskarte.

Auf demselben ist die Lage der Hauptpunkte meines Beobachtungsfeldes, wie Roter Berg, Kalbenstein, Maingestell, Hammersteige, Steigbild, Landwehr, Nikolausberg usw. zu ersehen.

Eine größere Anzahl der von mir gebrauchten Lokalbezeichnungen stehen nicht auf der Generalstabskarte, sondern nur auf den Katasterblättern der Gegend, die ich natürlich viel benutzt habe. Hierher gehören z. B. die Bezeichnungen Leite und Leite-wald = Hang des Krainbergs und Roten Berges in das Gambacher Tälchen, Stadtweg = Fußpfad von Gambach über den Roten Berg und die Weinberge auf die Karlstadter Landstraße, Falkengraben und Brachgraben = die Gräben zwischen Kalbenstein und Maingestell usw.

Einige andere Bezeichnungen, da sie ein Bedürfnis waren, habe ich selbst geschaffen:

So habe ich den Steinbruch, der am Stadtweg auf der Westseite des Krainbergs liegt, da der gelbe Wellendolomit dort so schön aufgeschlossen ist, als Dolomitbruch bezeichnet.

Das Plateau über den Weinbergen, die der Kalbenstein heißen, habe ich den hohen Kalbenstein genannt; das Maingestellplateau, das zwischen Maingestellgraben und Falkengraben liegt, läßt sich durch den Brachgraben sehr schön in zwei Abteilungen bringen; den am Maingestellgraben gelegenen südlichen Teil habe ich als Maingestell I, den gegen den Kalbenstein gelegenen und von diesem durch den Falkengraben getrennten — Maingestell II bezeichnet.

In ähnlicher Weise läßt sich der Neuberg (von unten gesehen) sehr leicht in drei Teile scheiden, die von Süden her gezählt I, II, III heißen.

Ein steiler Pfad, der auf der Kante des Maingestellgrabens läuft und auf das Plateau Maingestell I führt, wurde kurz Steilweg genannt.

Der Krainberg fällt auf der Gambacher Seite ziemlich steil ab, während er sich nach Südosten, wo mein Besitztum liegt, ganz allmählich nach dem: näher am Kalbenstein liegenden Rosenholz senkt; diese langsame Senkung, die freilich zum großen Teil Ackerland ist, habe ich gelegentlich den „langen Rücken“ genannt.

Es sei noch bemerkt, daß manche Lokalbezeichnungen verschiedene Schreibweise haben, Grainberg und Krainberg, Bühlberg und Böhlberg, Rehnütz und Rehnitz, Ilp und Ilb. Ich habe in solchen Fällen ohne viel Umstände einfach die mir zusagende genommen.

Höhenangaben.

Die Orte nach den Marken an den Bahnhöfen, die Berge nach der Generalstabskarte.

a) Ortshöhen.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Würzburg 182, 9277 über Normalnull | 4. Retzbach 169, 5858 |
| 2. Veitshöchheim 178, 38 | 5. Karlstadt 167, 4362 |
| 3. Thüngersheim 167, 76 | 6. Wernfeld 161, 9702 |

b) Bergeshöhen.

Steinberg 264	Thiertalberg bei Retzbach 342
Edelmannswald 351	Benediktushöhe ebenda 223
Volkenberg 356,7	Maingestell 284
Pfaffenberg 302	Kalbenstein 295
Neuenberg b. Thüngersheim 306	Krainberg 316,4

2. Bodenprofile.

Die vier in Lichtdruck wiedergegebenen Photogramme auf Tafel I und II stammen alle vom Maingestellplateau, von verschiedenen Stellen und veranschaulichen die am meisten vorkommende Schichtenfolge auf unserem Wellenkalkplateau. An dem genannten Orte kommen beim Abgraben des Schaumkalks für Straßenbausteine Mergelschiefer und darunter die oberste Schaumkalkbank zum Vorschein; sie bilden den Untergrund, der Obergrund wird von einer dünnen Lößschicht gebildet.

Tafel I. Fig. 1. Lößdecke sehr dünn (10—20 cm) über dem dicken lockeren Schiefer, der 1,10 m mächtig ist, kaum eingeebnet.

Fig. 2. Die Lößschicht zeigt sich sehr deutlich von größeren Wellenkalksteinchen durchsetzt; zwischen den fest aufeinander gelagerten Mergelschiefen fanden sich oben starke Sintermassen; unten zahlreiche senkrechte und horizontale Sprünge bis auf den Schaumkalk.

Tafel II. Fig. 3. Hier ist auf der linken Seite des Profils, ob künstlich oder natürlich, mag dahinstehen, der Boden fast bis auf die Schaumkalkbank abgetragen, nur oben rechts ist der von Kalkstückchen durchsetzte Löß noch vorhanden.

Fig. 4. Im Vordergrund liegt ein nach Größe und Form außerordentlich typischer Block (1—1,5 m lang) von sog. Zellendolomit. Durch den ockerfarbigen Inhalt der Zellen ist der Kalkboden ringsum gelb gefärbt. Die Farbe verliert sich in der Entfernung von einigen Schritten in das natürliche Grau der Umgebung.

3. Die Kurventafeln.

III—VII.

Die Kurventafeln III—VI stellen den täglichen Gang der Temperatur der Luft und des Bodens in 2 cm und 10 cm Tiefe dar.

Die Kurve der Lufttemperatur	schwarz,
die der Bodentemperatur in 2 cm	rot,
die der Bodentemperatur in 10 cm	blau.

Die Beobachtungen sind:

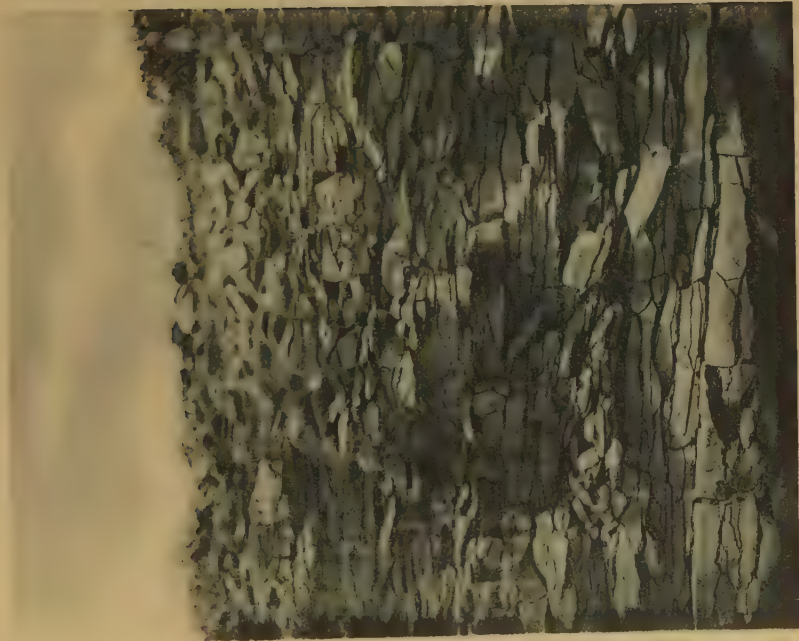
Taf. III am 22. April 1909, vgl. oben S. 136,

Taf. IV am 18. Mai 1908, vgl. oben S. 132,

Taf. V am 23. April 1909, vgl. oben S. 136,

Taf. VI am 21. April 1909, vgl. oben S. 136.

Auf Tafel VII (oben S. 147) ist neben der Lufttemperatur (schwarz) und der des nackten Bodens in 2 cm Tiefe (rot) die Temperatur des Grasbodens und der im Gras selbst herrschenden Lufttemperatur grün angegeben.



1



2

J. B. Obernetter, München.

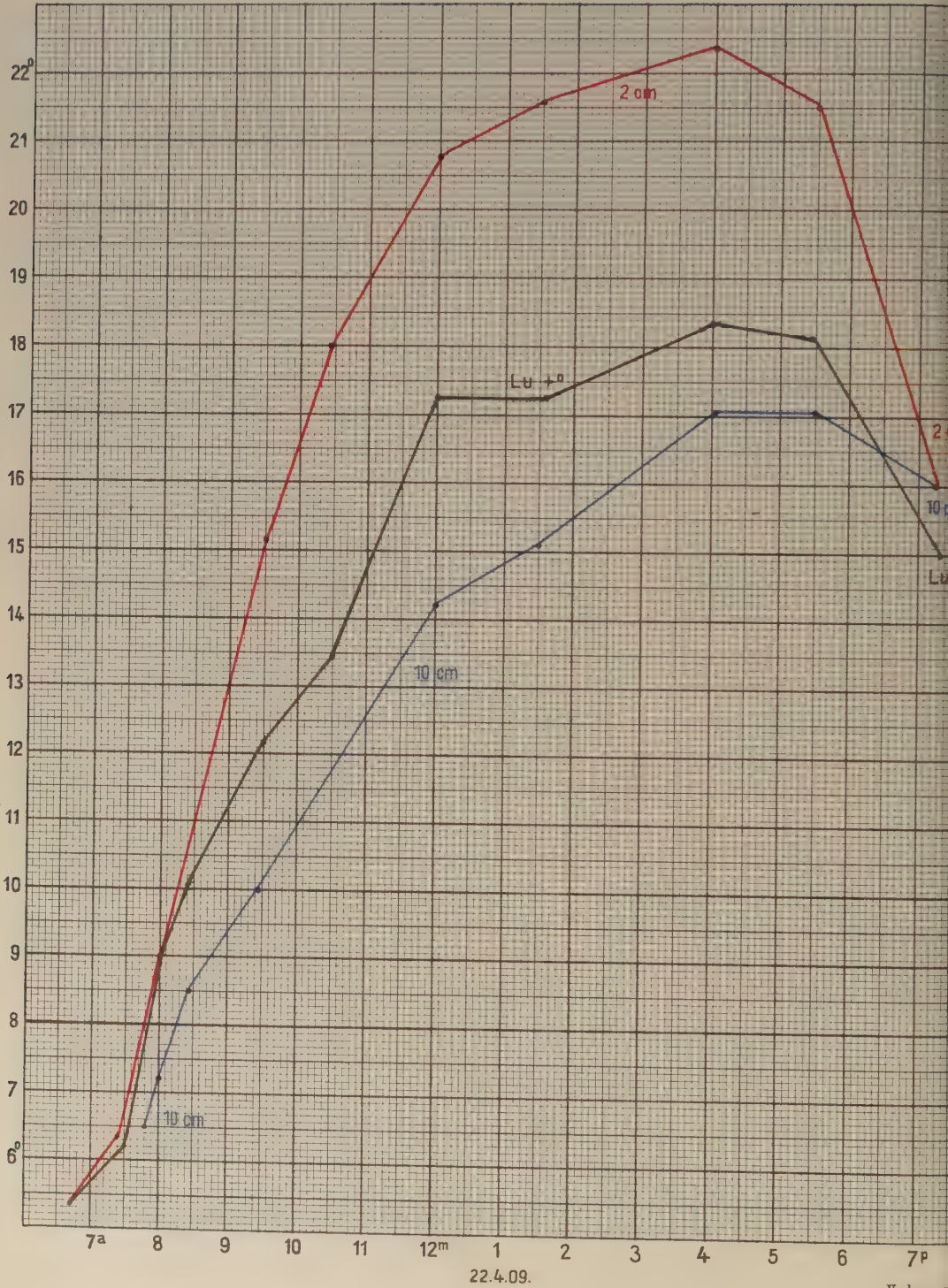


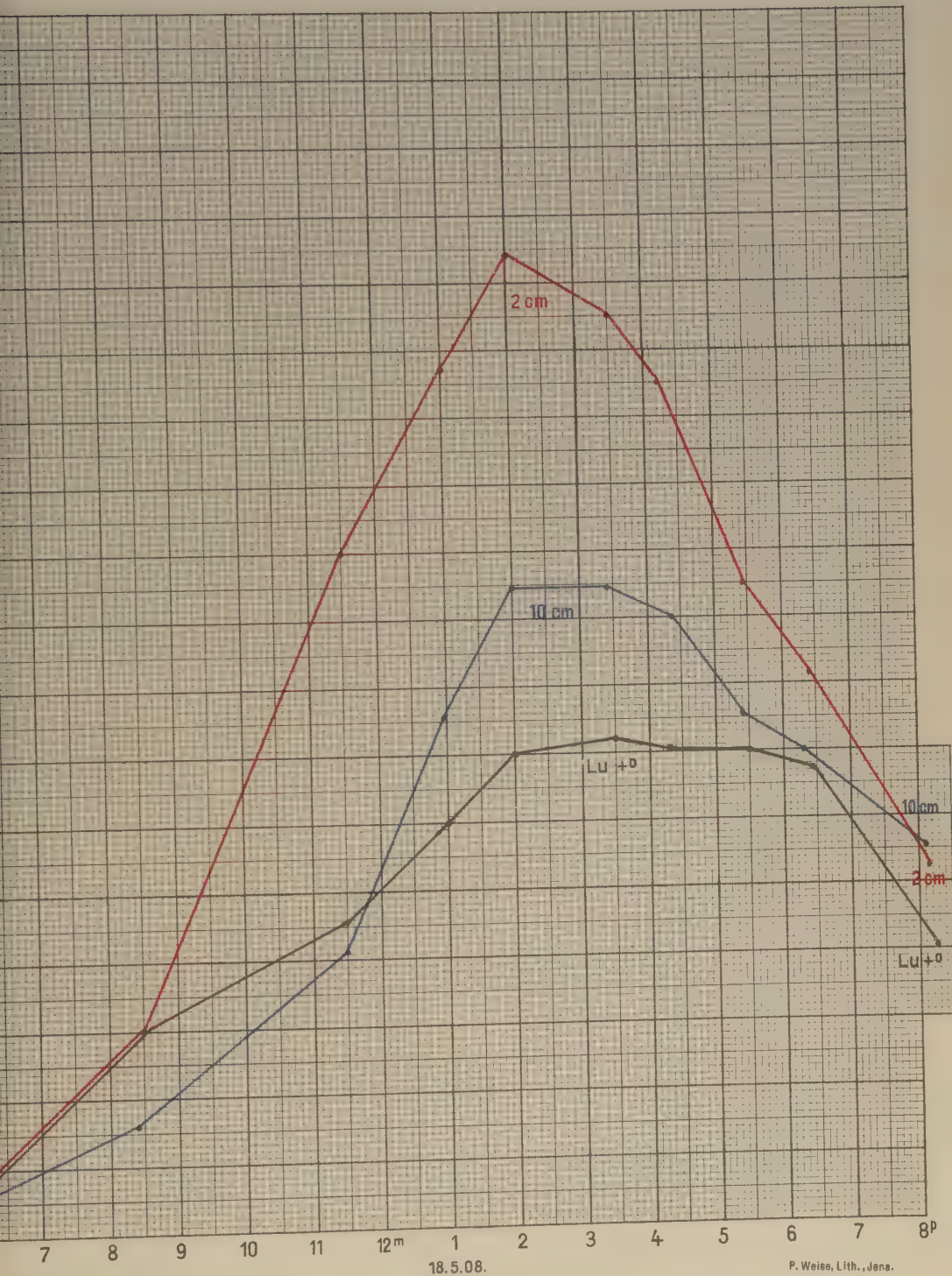
3

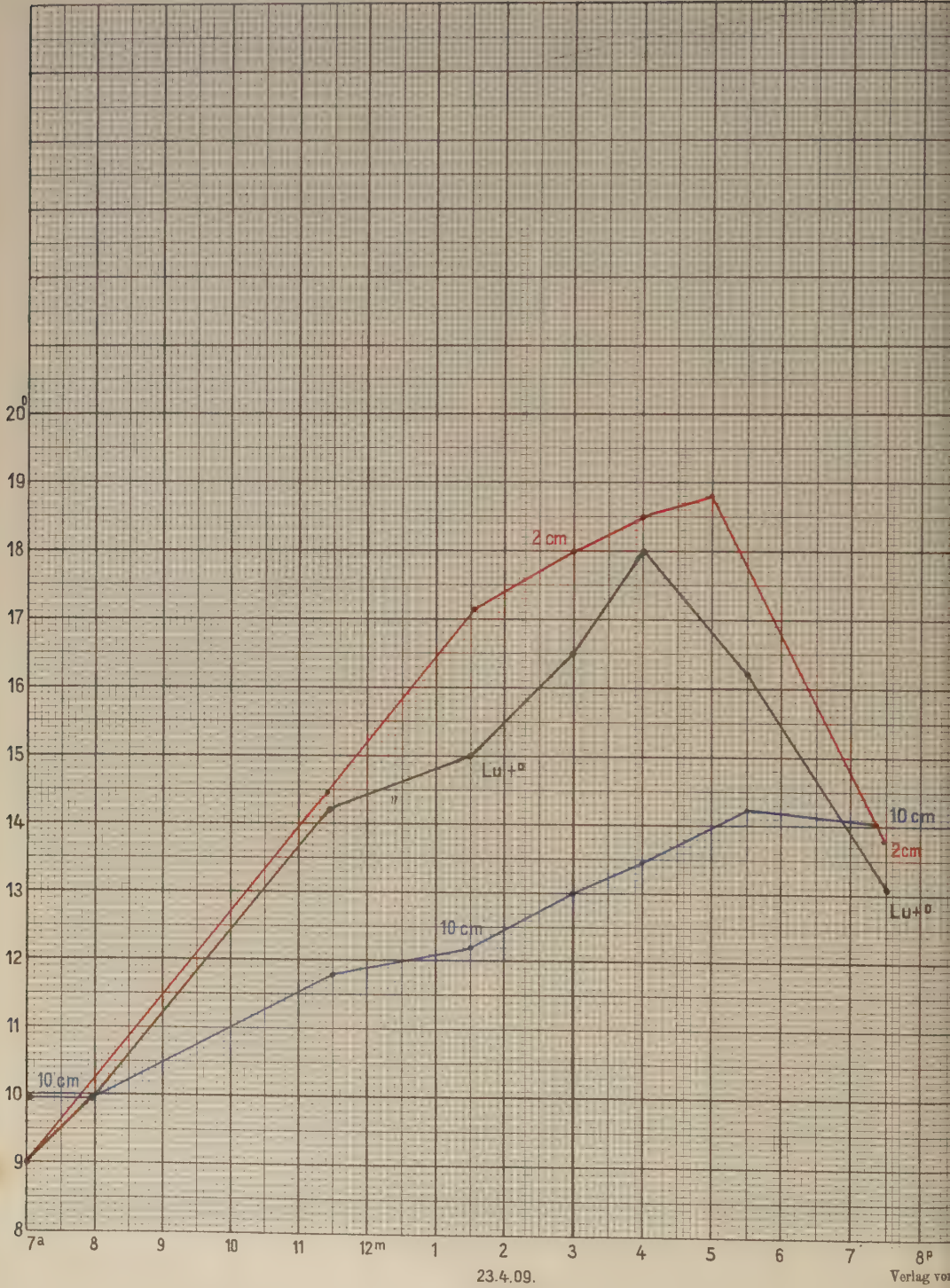


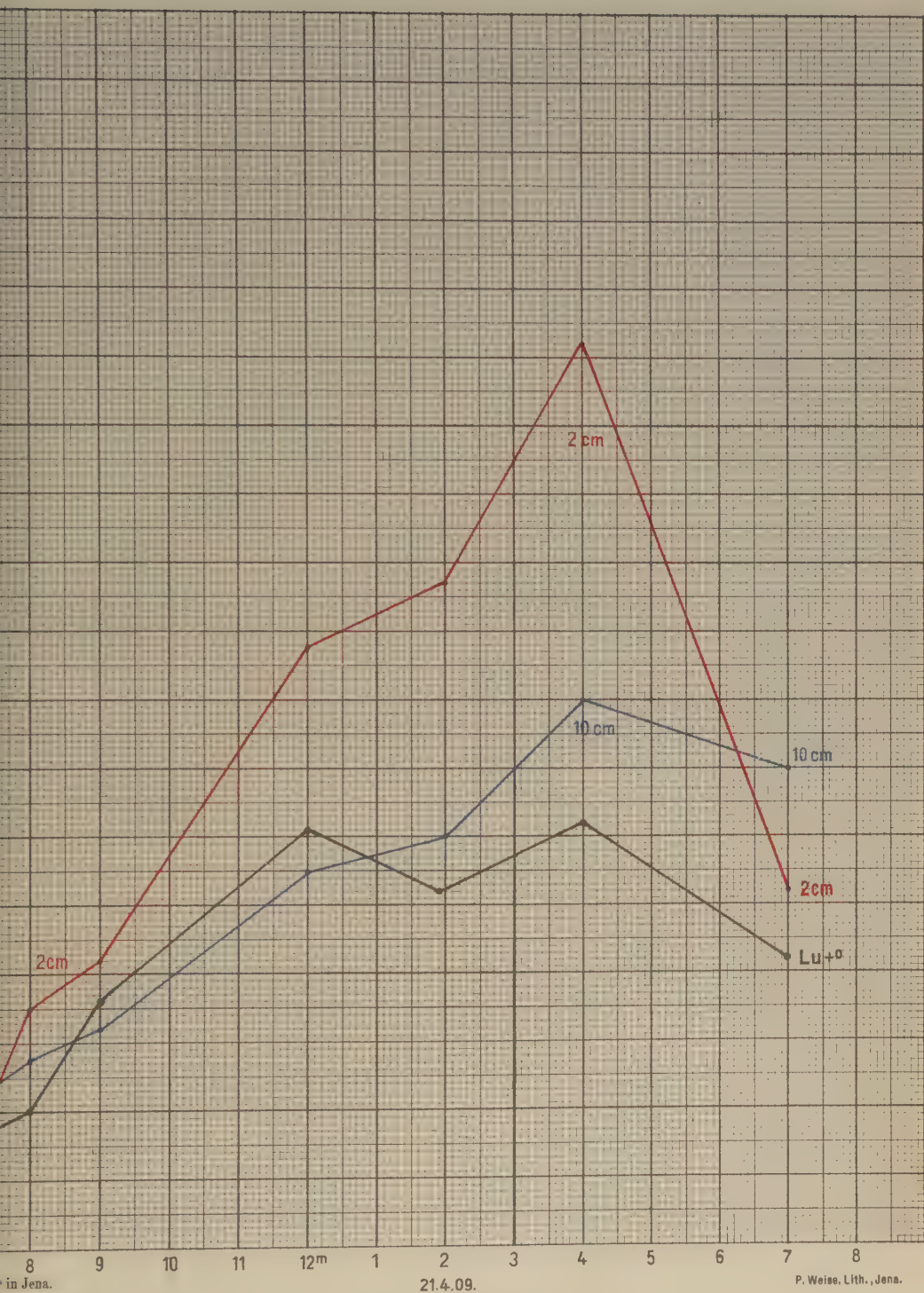
4

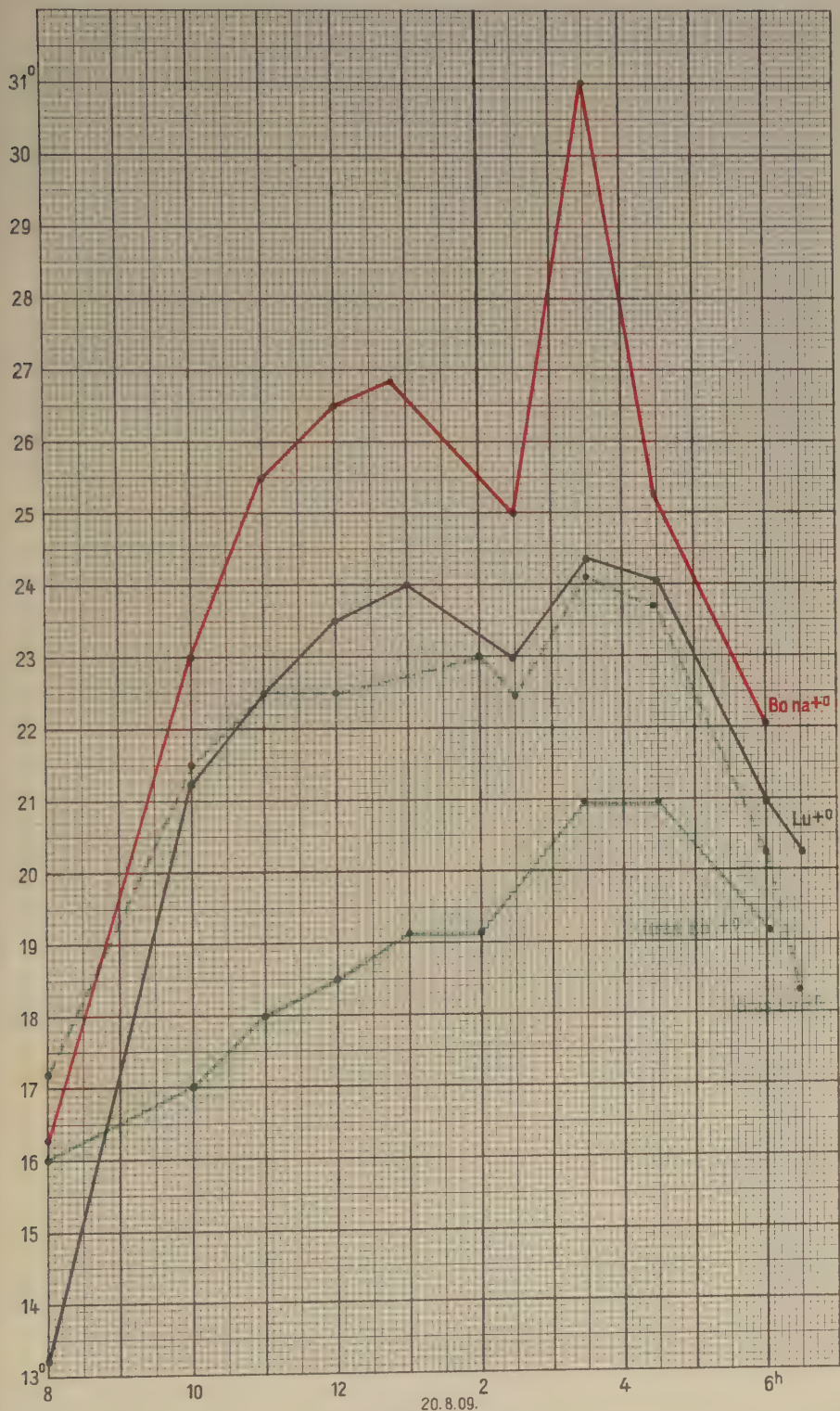
J. B. Obernetter, München.











BODEN UND KLIMA AUF KLEINSTEM RAUM

VERSUCH
EINER EXAKTEN BEHANDLUNG DES
STANDORTS AUF DEM WELLENKALK

VON

DR. GREGOR KRAUS
PROFESSOR DER BOTANIK

MIT EINER KARTE, 7 TAFELN UND 5 ABBILDUNGEN IM TEXT



Cloth 12

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1911

Über den Einfluß des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter.

Von Dr. Ernst Stahl, Prof. an der Universität Jena. Mit 1 Tafel. 1883.
Preis: 1 Mark 50 Pf.

Zur Biologie des Chlorophylls. Laubfarbe und Himmelslicht. Vergilbung und Etiolement. Von Dr. Ernst Stahl, Prof. an der Universität Jena. Mit 1 lithographischen Tafel und 1 Abbildungen im Text. 1909.

Preis: 4 Mark.

Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Von Dr. A. F. Schimper, weil. a. o. Prof. an der Universität Bonn. Mit 502 als Tafeln oder in den Text gedruckten Abbildungen in Autotypie, 5 Tafeln in Lichtdruck und 4 geographischen Karten. Zweite unveränderte Auflage. 1908.

Preis: 27 Mark, in Halbfranz geb. 30 Mark.

Österr. botanische Zeitschrift, Nr. 1, 1899:

Ein prächtiges Werk, das uns insbesondere die Resultate der Anpassungserscheinungen in den Tropen in Wort und Bild vor Augen führt. . . . Glänzend ist die illustrative Ausstattung des Werkes. Die Mehrzahl der Abbildungen besteht aus Rohproduktionen photographischer Aufnahmen von Vegetationsbildern aus allen Teilen der Erde, die der Verfasser zum Teil selbst anfertigte, zum Teil mit viel Emsigkeit sich zu beschaffen wußte. Die Abbildungen allein liefern ein pflanzengeographisches und allgemein geographisches Material von größtem Wert.

Petermanns Mitteilungen 1899, H. 9:

. . . Diese kurzen Auszüge mögen genügen, um die Aufmerksamkeit auf Schimpers Werk hinzulenken; die Geographen werden das, was physiologische Untersuchungen und Betrachtungen für die Pflanzengeographie leisten und erstreben, am vollständigsten hier vereinigt und mit einer gewinnenden Lehrmethode dargestellt finden.

Streifzüge an der Riviera. Von Prof. Dr. Eduard Strasburger. Illustriert von Luise Reusch. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. 1904.

Preis: 10 Mark, eleg. geb. 12 Mark.

Münchener medizinische Wochenschrift, Nr. 23 vom 7. Juni 1904:

Der berühmte Botaniker gibt in dem schmucken vorliegenden Band in bald farbenprächtiger, bald schlichter Darstellung Reiseerscheinungen, Natur- und Vegetationsschilderungen gemischt mit literarischen, historischen, technischen Notizen und kulturgeschichtlichen Abschweifungen über die Riviera, wobei die östliche und westliche Hälfte gleichmäßig berücksichtigt sind. . . . Ganz besonders vernünftig aber 70 wohlgeordnete, zum Teil künstlerisch stilisierte farbige Pflanzenbilder einen Einblick in das Pflanzenleben der Riviera in der glücklichsten Weise. Auch als Geschenkbuch für Rivierareisende, oder solche, die nur in der Phantasie die Reise machen können, empfiehlt sich das vielseitige Anregung spendende hübsche Buch.

Grundzüge einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Mitteleuropas seit dem Ausgang der Tertiärzeit.

Von Dr. Aug. Schulz, Privatdozent an der Universität Halle. 1894.

Preis: 4 Mark.

Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzen-systematik.

Von Dr. R. v. Wettstein, Prof. an der deutschen Universität Prag. Mit 7 lithogr. Karten u. 4 Textabb. 1894.

Preis: 4 Mark.

Illustrierte Flora von Nord- und Mitteleuropa.

Von Prof. Dr. H. Potonié,

Vorsteher der paläobotanischen Abteilung der Kgl. preussischen Landesanstalt. Fünfte vollständig umgearbeitete Auflage. In 2 Bänden in Taschenformat (Text und Atlas). Mit rund 150 Einzelabbildungen im Text und den Abbildungen von rund 1500 Arten und Varietäten im Atlas. 1910.

Preis für den Text: 3 Mark 50 Pf., geb. 4 Mark.

Preis für den Atlas: 2 Mark 50 Pf., geb. 3 Mark.

Die Geographie der Farne. Von Dr. H. Christ, Basel. Mit einem Titelblatt, 129 Abbildungen (meist nach Originalphotographien) im Text und 3 Karten. 1910. Preis: 12 Mark.

Allgemeine botanische Zeitschrift, XVI. Jahrg., Nr. 6 (Juni 1910):

Wenn vom Altmeister Christ ein neues zusammenhängendes Werk über Farne angekündigt wird, so weiß ein jeder, der sich jemals mit dieser interessanten Pflanzengruppe beschäftigt hat, daß etwas Besonderes zu erwarten ist. Ist man doch schon lange gewöhnt, in den zahlreichen kleineren Schriften des Verfassers weit mehr zu finden als trockene Artbeschreibungen, so daß wohl bei vielen der Wunsch entstanden sein mag, Christ möge den reichen Schatz seiner langjährigen Beobachtungen in einem zusammenhängenden Werk für die Allgemeinheit nutzbar machen. Diesen Wunsch erfüllt Christs neuestes Buch, dessen Titel seinen reichen Inhalt kaum deckt.

Die Farnkräuter der Erde. Beschreibende Darstellung der Geschlechter und wichtigeren Arten der Farnpflanzen. Mit besonderer Berücksichtigung der Exotischen. Von Dr. H. Christ, Basel. Mit 294 Abbildungen. 1897. Preis: 5 Mark 50 Pf.

Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. Von Alfred Möller. Mit 7 Tafeln und 4 Holzschnitten im Text. („Botanische Mitteilungen aus den Tropen“, hrsg. von Prof. Dr. A. F. W. Schimper. H. 6.) 1893 (anastatischer Neudruck). Preis: 7 M.

Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Von A. F. W. Schimper. Mit 3 lithographischen Tafeln. („Botanische Mitteilungen aus den Tropen“, Heft 1.) 1888 (anastatischer Neudruck). Preis: 4 Mark 50 Pf.

Dendrologische Winterstudien. Grundlegende Vorarbeiten für eine eingehende Beschreibung der Unterscheidungsmerkmale der in Mitteleuropa einheimischen und angepflanzten sommergrünen Gehölze in blattlosem Zustand. Von Camillo Karl Schneider. Mit 224 Textabbildungen. 1903. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde. Charakteristik der in Mitteleuropa heimischen und im Freien angepflanzten angiospermen Gehölzarten und Formen mit Ausschluß der Bambusen und Kakteen. Von Camillo Karl Schneider.

Bisher sind erschienen:

Lieferung 1—5: = Band I. Mit 460 Abbildungen im Text. 1906.

Preis: 20 Mark, geb. 22 Mark 50 Pf.

Lieferung 6—9: = Band II, S. 1—496.

Preis: je 4 Mark.

Lieferung 10: = Band II, S. 497—656.

Preis: 5 Mark.

Mitteil. der Deutschen dendrol. Gesellschaft, 1906, S. 240:

... Da ist es denn mit Freude zu begrüßen, wenn uns der Verfasser ein Werk in den Schoß legt, das alles so zahlreiche Neue des letzten Jahrzehnts mit den Erfahrungen und dem Wissen seiner Vorgänger vereinigt und die gesamte heutige deutsche Laubholzkunde in einer Weise darstellt, die an Genauigkeit und Ausführlichkeit alles bisher Dagewesene in den Schatten stellt. ... Das Fazit dieser Arbeit liegt vor uns, es ist ein Werk geworden von absoluter Unentbehrlichkeit für jeden Dendrologen, ein unersetzliches Nachschlagewerk für jeden, der seine Bäume und Sträucher nicht nur ansieht, sondern auch etwas von ihnen wissen will.

Entwurf eines neuen Systems der Coniferen. Von F. Vierhapper. Mit 2 Abbildungen. Nach einem bei der 81. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Salzburg gehaltenen Vortrage. (Abhandlungen der K. K. Zool.-Botan. Gesellschaft in Wien.) Bd. V. Heft 4.) 1910. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Die Pflanzenstoffe. Botanisch-systematisch bearbeitet. Chemische Bestandteile und Zusammensetzung der einzelnen Pflanzenarten. Rohstoffe und Produkte. Phanerogamen. Von Prof. Dr. C. Wehmer, Dozenten an der Kgl. technischen Hochschule zu Hannover. 1911. Preis: 35 Mark.

Tabellen zur Gesteinskunde. Für Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker, Landwirte und Techniker. Zusammengestellt von Dr. Gottlob Linck, o. ö. Prof. für Mineralogie an der Universität Jena. Mit 4 Tafeln. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. 1909. Preis: 2 Mark.

Verlag von GUSTAV FISCHER in JENA.

VEGETATIONSBILDER

herausgegeben von

Dr. G. Karsten

und

Dr. H. Schenck

Prof. an der Universität Halle

Prof. an d. Techn. Hochschule Darmstadt.

Unter dem Namen „Vegetationsbilder“ erscheint hier eine Sammlung von Lichtdrucken, die nach sorgfältig ausgewählten photographischen Vegetationsaufnahmen hergestellt sind. Verschiedenartige Pflanzenformationen und Genossenschaften möglichst aller Teile der Erdoberfläche in ihrer Eigenart zu erfassen, charakteristische Gewächse, welche der Vegetation ihrer Heimat ein besonderes Gepräge verleihen, und wichtige ausländische Kulturpflanzen in guter Darstellung wiederzugeben, ist die Aufgabe, welche die Herausgeber sich gestellt haben.

Die Ausgabe erfolgt in Reihen zu je 8 Heften in Quartformat. Jedes Heft enthält 6 Tafeln mit Text. Preis: für einzelne Hefte je 4 Mark, für jede Reihe 20 Mark (8 Hefte je 2 Mark 50 Pf.) Sammelmappen für jede Reihe: Preis je 1 Mark.

Bis März 1911 sind erschienen: Reihe I—VIII.

Europa: Charakterbilder mitteleuropäischer Waldbäume. I. Von L. Klein. (Reihe II: Heft 5—7.) — Mittelmeerbäume. Von H. Schenck. (III: 4.) — Wasser- und Bruchvegetation aus Mitteleuropa. Von A. Th. Fleroff. (IV: 8.) — Eifel und Venn. Von M. Koernicke und F. Roth. (V: 1 u. 2.) — Vegetationsbilder aus Nordrußland. Von Richard Pohle. (V: 3—5.) — Spanien. Von M. Rikli. (V: 6.) — Alpine Vegetation. Von H. Schenck. (VI: 5 u. 6.) — Algenvegetationsbilder von den Küsten der Färöer. Von F. Börgesen. (VI: 6.) — Der nördliche Schwarzwald. Von Otto Feucht. (VII: 3.) — Vegetationsbilder aus Dalmatien. Von L. Adamovic. (VII: 4.) — Die schwäbische Alb. Von Otto Feucht. (VII: 3.) — Vegetationsbilder aus Bosnien und der Herzegowina. Von L. Adamovic. (VIII: 4.) — Die Flora von Irland. Von T. Johnson. (VIII: 5 u. 6.)

Afrika: Südwest-Afrika. Von A. Schenck. (I: 5.) — Vegetationstypen aus der Kolonie Eritrea. Von G. Schweinfurth u. Ludwig Diels. (II: 8.) — Sokotra. Von R. v. Wettstein. (III: 5.) — Das südliche Togo. Von Walter Busse. (IV: 2.) — Westafrikanische Nutzpflanzen. Von Walter Busse. (IV: 5.) — Deutsch-Ostafrika. I: Zentrales Steppengebiet. Von Walter Busse. (V: 7.) — Vegetationsbilder vom Nordrand der algerischen Sahara. Von H. Brockmann-Jerosch u. A. Heim. (VI: 4.) — Deutsch-Ostafrika. II: Ostafrikanische Nutzpflanzen. Von Walter Busse. (VI: 7.) — Charakterpflanzen des abessinischen Hochlandes. Von Felix Rosen. (VII: 5.) — Trockensteppen der Kalahari. Von F. Steiner. (VIII: 1.) — Vegetationsbilder aus dem Kameruner Waldland. Von M. Büsgen. (VIII: 7.)

Asien: Malayischer Archipel. Von G. Karsten. (I: 2.) — Vegetationsbilder aus Mittel- und Ost-Java. Von M. Büsgen, H. Jensen und W. Busse. (I: 3.) — Vegetationstypen von der Insel Koh Chang im Meerbusen von Siam. Von Johs. Schmidt. (I: 7 u. 8.) — Vegetationsbilder aus Russisch Turkestan. Von Ernst A. Bessey. (III: 2.) — Vegetationsbilder aus Kleinasien. Von Emerich Zederbauer. (III: 6.) — Die Besiedelung vulkanischen Bodens auf Java und Sumatra. Von A. Ernst. (VII: 1 u. 2.)

Amerika: Südbrasilien. Von H. Schenck. (I: 1.) — Mexikanischer Wald der Tropen und Subtropen. Von G. Karsten. (I: IV.) — Strandvegetation Brasiliens. Von H. Schenck. (I: 7.) — Mexikanische Kakteen-, Agaven- und Bromeliaceen-Vegetation. Von G. Karsten u. E. Stahl. (I: 8.) — Epiphyten des Amazonasgebietes. Von E. Ule. (II: 1.) — Mexikanische Nadelhölzer und Mexikanische Xerophyten. Von E. Stahl. (II: 3 u. 4.) — Blumengärten der Ameisen am Amazonasstrome. Von E. Ule. (III: 1.) — Ameisenpflanzen des Amazonasgebietes. Von E. Ule. (IV: 1.) — Vegetationsbilder aus Feuerland, von den Falklandinseln und von Südgeorgien. Von Carl Skottsberg. (IV: 3 u. 4.) — birizona. Von Anton Purpus und Carl Albert Purpus. (IV: 7.) — Mexikanische Hochgipfel. Von Carl Albert Purpus. (V: 8.) — Das Innere von Nordost-Brasilien. Von Ernst Ule. (IV: 3.) — Chilenisch-patagonische Charakterpflanzen. Von P. Dusén u. F. W. Neger. (IV: 8.) — Pflanzenformen aus Ost-Bolivia. Von Th. Herzog. (VII: 6 u. 7.) — Vegetationsbilder von den Juan-Fernandez-Inseln. Von Carl Skottsberg. (VIII: 2.)

Australien und Südsee-Inseln: Samoa. Von Karl Rechinger. (VI: 1.) — Vegetationsbilder aus dem Neu-Guinea-Archipel. Von Karl Rechinger. (VI: 2.)

Verschiedenes: Tropische Nutzpflanzen. I u. II. Von H. Schenck. (I: 3 u. VIII: 8.) — Monokotylenbäume. Von G. Karsten. (I: 6.) — Die Mangrove-Vegetation. Von G. Karsten. (II: 2.) — Vegetationsbilder aus Dänisch-Westgrönland. Von M. Rikli. (VII: 8.)

Die Sammlung wird fortgesetzt.

Druck von Ant. Kämpfe in Jena.



KT-247-382

